Preis DM. 1.-

Postversandort München

25 JAHRGANG

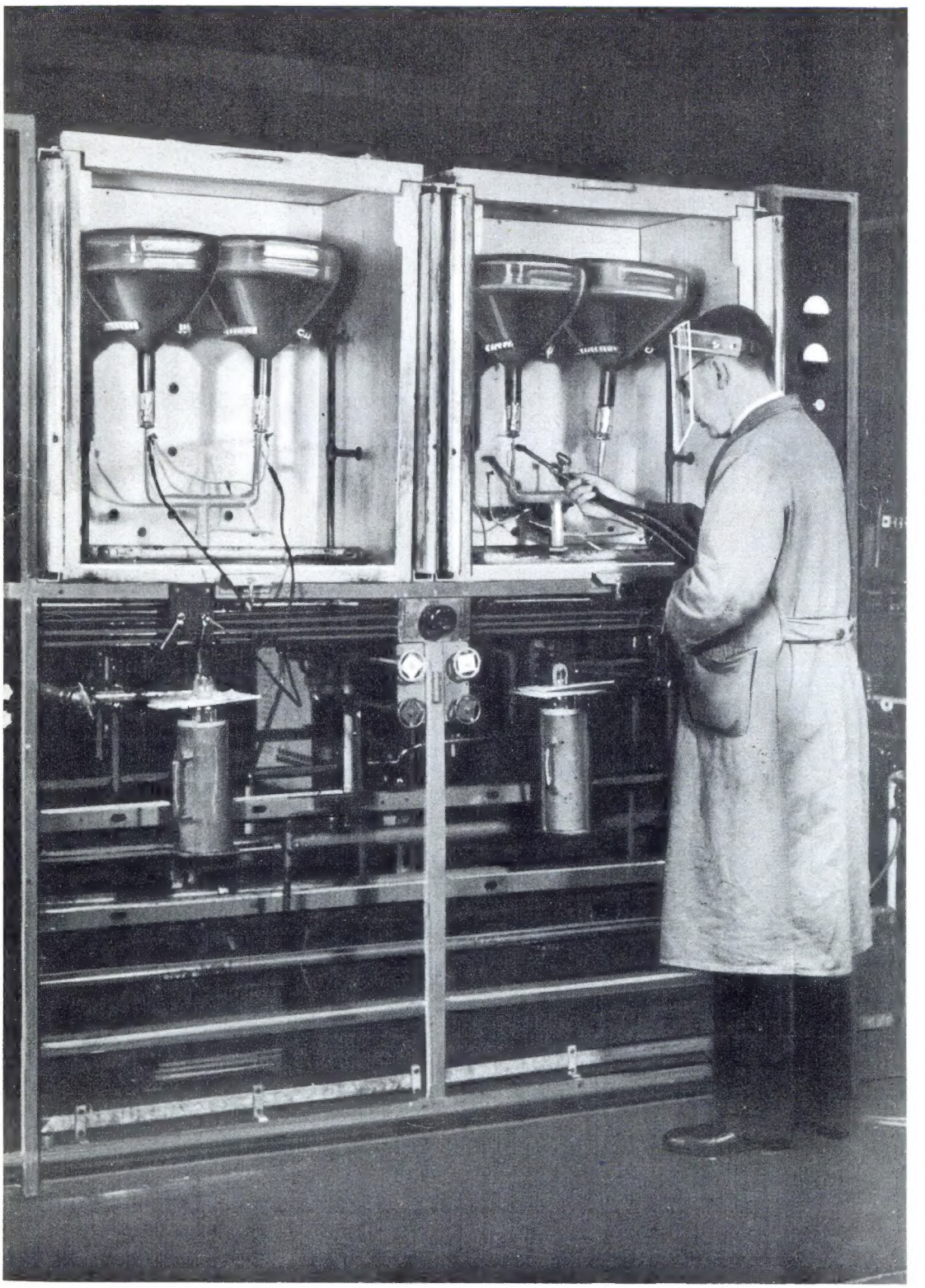
Funkschau

INGENIEUR-AUSGABE

1. Juni-Heft 1953 Nr. 11

MIT FERNSEH-TECHNIK

ZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER • Erscheint am 5. und 20. eines jeden Monats • FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN-BERLIN



Aus dem Inhalt:

Die Welt im Heim — 4 Jahre Amateurfunk-Gesetz 191
Nächtliches Chaos 191

Das Neueste aus Radio- und Fernsehtechnik:
Fernseh-Bildröhre mit Metallkolben; Neue amerikanische Großbildröhre; Die PPC 84 – eine neue UKW-Doppeltriode; Drahtlose Dolmetscher für Konferenzen; Geätzte Schaltungen; Zeitlupe und Zeitraffer für Töne; Stärkster Sender der Welt; Germanium-Flächengleichrichter für große Leistungen 192/194

Versuche mit selbstgefertigten Bleiglanz-Transistoren 195
Elektronische Musik: Das voll-elektronische amerikanische Musikgerät „Solovox" 197
Beseitigung der Mitnahme bei Schwebungssummern 199
Universal-Prüfsender für die Empfängerfertigung 199
Funktechnische Fachliteratur 200

Amateur-Kurzwellensender in Berechnung und Schaltung 201
Der Empfänger BC 348 im Amateurverkehr 203
Die Funkortungstagung in Frankfurt/Main 204

Fernsehtechnik ohne Ballast.
19. Folge: Das Differenzieren . . 205
Fehlerursachen in Fernsehempfängern 206

Vorschläge für die Werkstattpraxis: Wickelraummangel bei Transformatoren; Allstrom-Plattenspieler verursacht Empfänger-Kurzschlüsse; Reparatur von Drehkondensatoren; Dreikanal-Klangregler; Praktische Zange zum Entfernen der Drahtisolation; Blubbern durch Kriechstrom 207

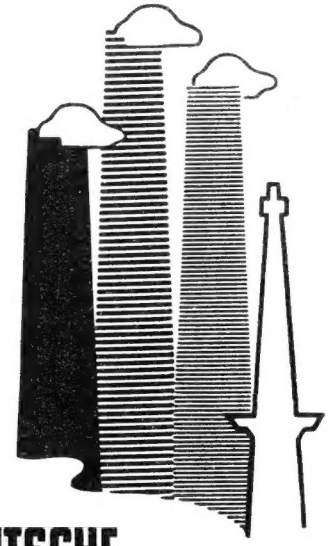
Nachlese von der Industrie-Messe Hannover:
Der erste deutsche UKW-Reiseempfänger 208
Neues Tonbandgerät f. eine Bandgeschwindigkeit von 9,5 cm/sec . 208
Magnetbandgerät m. 14 Tonspuren 209
Gerät zur genauen Bewertung von Störspannungen 209
Grundig-Werkstatt- und Service-Oszillograf 210

Die INGENIEUR-AUSGABE enthält außerdem:

Funktechnische Arbeitsblätter

Sp 81 Die Mischung im Überlagerungsempfänger Blatt 1 bis 3
Mg 01 Elektrische Meßgeräte Blatt 1

Unser Titelbild: Hochvakuum-Pumpstand für Fernsehröhren. Der Techniker, der sein Gesicht gegen die Gefahr der Implosion mit einem Plexiglasschild schützt, ist gerade dabei, den Pumpstengel der Röhre mit einem Schweißbrenner abzuschmelzen.
(Aufnahme: Telefunken)



DEUTSCHE INDUSTRIE AUSSTELLUNG BERLIN 1953

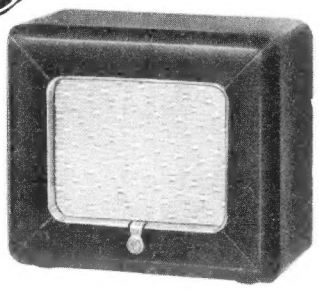
26. SEPTEMBER BIS 11. OKTOBER

Wieder ein neuer HECO Gehäuselautsprecher

Formschön, elegant, preiswert, klangschön mit 4-Watt-Konzert-Lautsprecher

In 5 verschiedenen Farben nur DM 31.-

Elfenbein-Ausführung DM 33.-



HENNEL & Co. Lautsprecherfabrik Schmitten/Taunus

PERTRIX

BATTERIEN HABEN WELTRUF

PERTRIX-UNION G·M·B·H FRANKFURT/M.

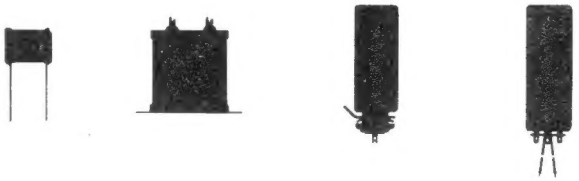
570012/1

DRAEGER

ein Qualitätsbegriff für Sicherheit und Leistung

ELEKTROLYT-KONDENSATOREN

PAPIER-KONDENSATOREN



DRÄGER-GMBH LÜBECK

BOSCH

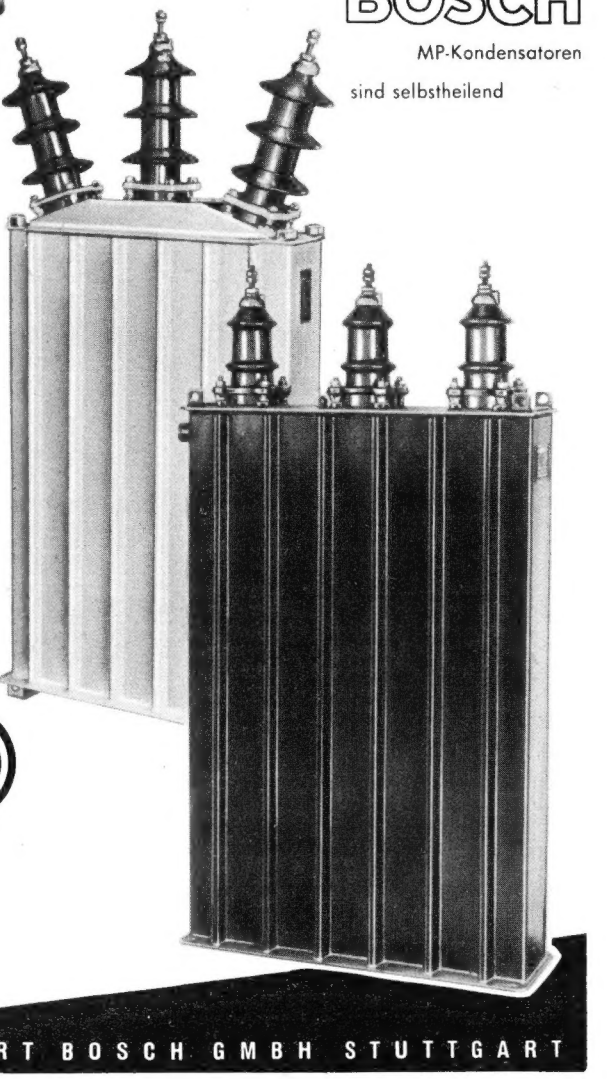
MP KONDENSATOREN

ein Spitzenerzeugnis der deutschen Industrie

BOSCH hat im Jahre 1935 mit seinen Wissenschaftlern und Ingenieuren als bahnbrechende Erfindung auf dem Gebiete der Elektrotechnik das MP-Prinzip geschaffen und seither die hohe Qualität der Bosch MP-Kondensatoren stetig verbessert.

In einer mehr als 18jährigen Erfahrung liegt der weltweite Ruf der Bosch MP-Kondensatoren begründet.

BOSCH MP-Kondensatoren sind selbstheilend



ROBERT BOSCH GMBH STUTTGART

BRIMAR

Lieferprogramm der **BRIMAR-Röhren**

				14R7
				14S7
			7D8	15A2
			7D10	15D1
		6CD6G	7H7	15D2
		6CH6	7K7	19AQ5
		6D6	7R7	19BG6G
		6F6G	7S7	20D2
		6H6GT	7Y4	25A6G
		6J5GT	7Z4	25L6GT
	5V4G	6J7GT	8A1	25Z4G
	5Y3GT	6K7G	8D3	35L6GT
	5Z3	6K7GT	8D5	35W4
	5Z4G	6K8G	9D2	35Z3
	5Z4GT	6K8GT	9D6	35Z4GT
	6A3	6L6G	10D1	42
	6A7	6N7GT	11D3	43
	6A8G	6Q7G	11D5	50A5
	6A8GT	6Q7GT	12A6	50C5
	6AG6G	6R7G	12AH8	50CD6G
	6AK6	6SL7GT	12AT6	50L6GT
	6AL5	6SN7GT	12AT7	75
1AC6	6AM5	6U4GT	12AU6	77
1D5	6AM6	6U5/6G5	12AU7	78
1D6	6AQ5	6U5G	12AX7	80
1L4	6AT6	6U7G	12BA6	83
1R5	6AU6	6V6G	12BE6	807
1S4	6B4G	6V6GT	12BH7	5763
1S5	6B8G	6X4	12C8GT	D15
1T2/R16	6B8GT	6X5GT	12J7GT	R2
1T4	6BA6	7A2	12K7GT	R3
1U5	6BE6	7A3	12K8GT	R10
2A3	6BG6G	7B6	12Q7GT	R12
2C26A	6BR7	7B7	12SL7GT	R16
3Q4	6BS7	7C5	12U5G	R17
3S4	6BW6	7C6	13D1	R18
3V4	6BW7	7D3	14B6	VR75/30
5R4GY	6C4	7D5	14H7	VR105/30
5U4G	6C6	7D6	14K7	VR150/30

Radiogeräte, Verstärk., Fernempfäng. werd. f. d. Export meist m. amerikan. Röhrentyp. verlangt.

BRIMAR-Röhren sind in der ganzen Welt erhältlich

Vergleichstypen:

DAF91 = 1S5	EAA91 = 6AL5	EF 93 = 6BA6	EY 51 = R 12
DK 91 = 1R5	EB 91 = 6AL5	EF 94 = 6AU6	EY 84 = R 18
DK 92 = 1AC6	ECC 81 = 12AT7	EK 90 = 6BE6	HF 93 = 12BA6
DL 91 = 1S4	ECC 82 = 12AU7	EL 90 = 6AQ6	HF 94 = 12AU6
DL 92 = 3S4	EF 91 = 6AM6	EL 91 = 6AM5	HK 90 = 12BE6
DL 95 = 3Q4	EF 92 = 9D6	EM 35 = 6U5G	HL 90 = 19AQ5

AUSLIEFERUNG FÜR DEUTSCHLAND: **INTRACO** GMBH., MÜNCHEN 15, LANDWEHRSTRASSE 3

TELE FUN KEN

50 Jahre Funkgeschichte

1903 wurde unter Zusammenfassung aller deutschen Vorarbeiten der Professoren Braun und Slaby und des Grafen Arco die „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. System Telefunken" in Berlin gegründet. In 50jährigem Forschen und Wirken auf dem Gebiete des Funkwesens hat Telefunken die technische Entwicklung eines weltumspannenden Funknetzes maßgeblich beeinflußt und gefördert. Zur Sicherung des See- und Luftverkehrs wurden Telefunken-Peil-, Zielflug-, Radar- und Blindlande-Einrichtungen geschaffen. In der Entwicklung von Sende-, Empfangs- und Verstärkerröhren hat Telefunken Bahnbrechendes geleistet. Seit den ersten Tagen des Rundfunks gehören Telefunken-Geräte zu den internationalen Spitzenprodukten. Elektroakustische Großanlagen in aller Welt legen Zeugnis ab von der führenden Stellung Telefunkens auch auf diesem Gebiet. Das Fernsehen hat Telefunken in jahrzehntelangen Versuchen wissenschaftlich und praktisch vorbereitet und mit verwirklicht. Wissen und Erfahrung, in 50 Jahren gewonnen, sollen auch weiterhin dem Fortschritt der Technik und – wie wir hoffen – dem Frieden der Menschheit dienen.

TELEFUNKEN

Funkschau

25. JAHRGANG MIT FERNSEH-TECHNIK 1. Juni-Heft 1953 Nr. 11

Die Welt im Heim – 4 Jahre Amateurfunk-Gesetz

Mit großer Genugtuung und berechtigtem Stolz blicken die deutschen Kurzwellenamateure auf die verflossenen vier Jahre zurück, seit am 14. März 1949 durch das Amateur-Funkgesetz in Westdeutschland die Verbotszeit beendet wurde und der Amateurfunk sich frei entfalten konnte. Wenn man erfährt, daß sich in diesen vier Jahren die Zahl der verausgabten Sendelizenzen verfünffacht und die 3000 schon längst überschritten hat, so ist dies ein beredtes Zeichen dafür, daß der Kurzwellensport mehr ist als das „Hobby" einiger mehr oder weniger verschrobener „Bastler".

Es gibt heute über 140 000 Kurzwellen-Amateurstationen in allen Ländern der Erde; Sender und Empfänger sind zum größten Teil von den Amateuren selbst erbaut. Durch ihre vor mehr als 25 Jahren begonnene freiwillige Experimentierarbeit auf den damals noch als unbrauchbar angesehenen „Kurzen Wellen" haben die Funkamateure wertvolle und grundlegende Erkenntnisse über die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen geliefert. In unzähligen Einzelbeobachtungen bewiesen sie die Wirksamkeit der Ionosphäre, zeigten das Vorhandensein der „Toten Zone" und schufen damit die Grundlage für den heute so selbstverständlichen Verkehr auf den kurzen Wellen. In Anerkennung dieser Leistungen sind ihnen durch internationale Verträge — trotz zunehmender Frequenzknappheit — bestimmte Kurzwellenbereiche im 80-, 40, 20-, 15- und 10-m-Band für ihren Sport freigehalten worden. Jeder Besitzer eines geeigneten Rundfunkempfängers wird sie zumindest auf dem 40- und 20-m-Band bei ihrer Tätigkeit beobachten können. Entsprechend der zunehmenden Bedeutung der Ultrakurzwellen wurden den Amateuren in jüngster Zeit auch bestimmte Ultra-Kurzwellenbänder zur Ausübung ihres Sportes zugewiesen.

Besonders bemerkenswert ist, daß die meisten Kurzwellenamateure in der Welt keine Funktechniker sind, sondern Kaufleute, Bauern, Arbeiter, Angestellte, Geistliche, Lehrer usw.; alle verbindet die Liebe zur Sache, Interesse für die Probleme des Anderen, Toleranz und Hilfsbereitschaft über die politischen Grenzen hinaus. Der Kurzwellenamateur betreibt seinen Sport ohne wirtschaftliche oder politische Bindungen; Rassen, Völker und Religionen sind ihm gleich. Seine Freundschaft gilt allen Amateuren in der Welt, mit denen er sich über seine Sendestation verbunden weiß. Der Kurzwellenamateur ist so ein Weltenbummler im eigenen Heim. Entfernungen spielen für ihn keine Rolle mehr; Länder und Meere sind vergessen, wenn die Morsezeichen oder gar die Stimme seiner Amateurfreunde aus dem In- oder Ausland aus dem Lautsprecher erklingen. Oft folgen dem auf eine Funkverbindung üblichen Kartenaustausch regelmäßige Verbindungen, Briefwechsel, Einladungen und Freundschaften, die — wie die jüngsten Ereignisse zeigten — selbst Kriegswirren überdauern.

Eine Amateur-Sendelizenz kann in Westdeutschland heute jeder erhalten, der durch Ablegung einer Prüfung bei der zuständigen Oberpostdirektion die betrieblichen und technischen Voraussetzungen zur Errichtung einer Kurzwellenstation nachweist. Die erforderlichen Kenntnisse sind aber nicht schwer zu erlernen. Wertvolle Hilfe leistet der Deutsche Amateur-Radio-Club (DARC)[1], in dem rund 90% aller aktiven deutschen Kurzwellenamateure vereinigt sind. Der DARC vertritt die Wünsche und Rechte seiner Mitglieder und ist in über 220 Ortsverbänden über das ganze Bundesgebiet vertreten. Eine eigene, monatlich erscheinende Zeitschrift — „Das DL-QTC" — berichtet über Amateurprobleme, technische Entwicklungen und persönliche Erfahrungen aus aller Welt. Die QSL-Vermittlung ermöglicht den kostenlosen Austausch der Empfangs-Bestätigungskarten (QSL-Karten) nach und aus allen Ländern der Welt. Als Mitglied der Internationalen Radio Union (IARU) steht der DARC in engster Fühlungnahme mit allen übrigen Amateur-Organisationen in der Welt. In geselligen Veranstaltungen der Ortsverbände pflegen die Mitglieder den Erfahrungsaustausch und besprechen die technische Weiterentwicklung ihrer Stationen. Schulungskurse helfen dem Neuling bei der Vorbereitung auf die Lizenzprüfung.

Daß der Kurzwellensport mehr sein kann als eine technische Liebhaberei, das zeigten die ersten Februarwochen dieses Jahres, als in Holland die Deiche brachen und die See das ganze Land verwüstete. Nun ist aber gerade in Notzeiten ein sicher funktionierendes Nachrichtennetz die Voraussetzung für eine schnelle und wirksame Hilfe. Diese Aufgabe wurde von den holländischen Amateuren sofort erkannt. In tatkräftiger Zusammenarbeit mit den übrigen Hilfsorganisationen wurde in kürzester Zeit mit amateurmäßigen Mitteln ein drahtloses Notnetz geschaffen, dessen segensreiche Wirkung nicht zu unterschätzen ist. Der Amateurfunk hat bei dieser Gelegenheit ein neues Ruhmesblatt in das Buch seiner Geschichte einheften können.

Wissenschaft und Technik haben im Verlauf der letzten Jahrzehnte reiche Anregungen aus dem Amaturfunk erhalten. Über die rein technische Seite hinaus leistet der Amateur aber auch einen nicht gering zu schätzenden Beitrag zur Förderung menschlichen Verstehens über die Grenzen hinweg. So betrachtet es auch der DARC als eine seiner wichtigsten Aufgaben, neue Anhänger für den Kurzwellensport zu gewinnen und damit den Kreis derer zu vergrößern, die mit ihren bescheidenen Mitteln mithelfen können an der Wiederanbahnung und Vertiefung friedlicher Beziehungen in der Welt.

K. Schultheiß (DL 1 QK)

[1]) Geschäftsstelle Kiel, Roonstraße 9.

Nächtliches Chaos

Der Mittelwellenbereich von 520 bis 1620 kHz bietet bei Abständen von 9 kHz 122 Senderkanälen Platz (1620—520, geteilt durch 9). Bei vernünftiger Vereinbarung über die Standorte der Sender lassen sich auf diesen 122 Kanälen bestenfalls 300 Stationen ohne allzustörende gegenseitige Beeinflussung unterbringen. Die Zahl der Sender in Europa aber hat bereits 800 erreicht, und sie droht noch weiter zu steigen; auch werden die Senderleistungen immer höher getrieben, nicht um dem Hörer Unterhaltung zu bieten, sondern um Nachrichtensendungen möglichst weit über die Landesgrenzen hinauszutragen.

Der Erfolg ist ein nächtliches Chaos im Mittelwellenbereich. Fernempfang ist beinahe ausgeschlossen, und sogar der Ortsempfang wird durch auf gleicher Welle arbeitende Fernsender empfindlich gestört.

Die Empfängertechniker geben sich alle Mühe, durch verbesserte Trennschärfe und durch Peilantennen die Empfangsverhältnisse zu bessern. Die Erfolge sind jedoch recht gering, und so verringert sich die nutzbare Reichweite der Empfänger auf 30 bis 40 km, während sie doch empfindlichkeitsmäßig ohne Schwierigkeiten 800 bis 1000 km weit reichen müßten.

Diese Einschränkung der Versorgungsgebiete ist ein ernstes Problem bei allen Sendegesellschaften. Durch neue Nebensender versucht man, dem Hörer zu helfen. Man schafft dadurch zwar örtliche Erleichterungen, da jedoch alle Länder das gleiche tun, wird der allgemeine Wirrwarr noch vergrößert.

Abhilfe ist nur auf zwei Arten möglich. Entweder sind zwei Drittel aller in Europa arbeitenden Sender durch internationale Vereinbarungen stillzulegen, oder man gibt die Bemühungen um den hoffnungslos verdorbenen Mittelwellenbereich endgültig auf und konzentriert alle Kräfte auf den UKW-Rundfunk. Der erste Weg bietet nach den schlechten Erfahrungen mit internationalen Vereinbarungen wenig Aussicht auf Erfolg, der zweite Weg dagegen ist bereits mutig beschritten worden und sollte weiter ausgebaut werden. Je mehr Hörer sich durch den Kauf neuer Empfänger dem UKW-Empfang zuwenden, desto mehr sollten auch die Senderplanung und die Programmgestaltung von der Mittelwelle zur Ultrakurzwelle verlagert werden.

Ein sehr glücklicher Ansatz liegt darin, das erwünschte zweite UKW-Programm von den Nachbar-Sendegesellschaften zu übernehmen, so daß man z. B. im Gebiet des Süddeutschen Rundfunks Stuttgart über ein zweites UKW-Sendernetz das Programm des Südwestfunks Baden-Baden mit ausstrahlt und umgekehrt. Dadurch erwachsen zumindest keine zusätzlichen Programmkosten, und dem Hörer wird endlich wieder Gelegenheit geboten, mit seinem hochwertigen und teuren Empfänger eine Auswahl unter mehreren einwandfreien Sendungen zu treffen.

DAS NEUESTE aus Radio- und Fernsehtechnik

Fernseh-Bildröhre mit Metallkolben

Um das Gewicht von Bildröhren herabzusetzen und sie unempfindlicher gegen mechanische Beanspruchung zu machen, geht man bei Röhren mit großen Abmessungen dazu über, den Kolben aus Stahl zu fertigen. Der Glasbildschirm und das wie bisher auf einem Glasteller montierte Strahlsystem werden dann vakuumdicht mit diesem Metallkolben verschmolzen. Das Verfahren erfordert eine neuartige Herstellungstechnik und Spezial-Eisenlegierungen für den Kolben, damit er den gleichen Ausdehnungskoeffizienten wie das Glas besitzt.

Als erste serienmäßige deutsche Bildröhre mit Metallkolben erscheint jetzt die Type MW 43—43 von Valvo auf dem Markt. Ihr großer, verhältnismäßig flacher Grauglasbildschirm hat die Seitenlängen 27,2 × 36,5 cm. Trotz dieser großen Abmessungen ist das Gewicht der Röhre dank der Metall-Glas-Ausführung niedrig, und es wird eine hohe mechanische Festigkeit erreicht. Der Ablenkwinkel in der Horizontalen ist 66°. Die Gesamtlänge der Röhre beträgt nur 48,3 cm, so daß man Empfängergehäuse mit geringer Tiefe verwenden kann.

Das elektronenoptische System ist das gleiche wie bei der Röhre MW 36-44, d. h. die Röhre ist mit einer Ionenfalle ausgerüstet und sie hat einen besonders scharf gebündelten Elektronenstrahl. Durch Wahl der Spannung am Gitter 3 kann entweder eine gleichmäßige etwas geringere Schärfe über das ganze Bild oder eine besonders hohe Bildauflösung in der Mitte erzielt werden. Dabei wird aber in jedem Fall die Punktschärfe besser und die Defokussierung an den Rändern geringer als bei den Vorläufertypen.

Die genaue Arbeitsweise dieses Systems wurde für die Röhre MW 36-44 bereits in der FUNKSCHAU 1953, Heft 6, Seite 95 beschrieben. Auch die dort angegebene Sockelschaltung gilt gleichzeitig für die MW 43-43.

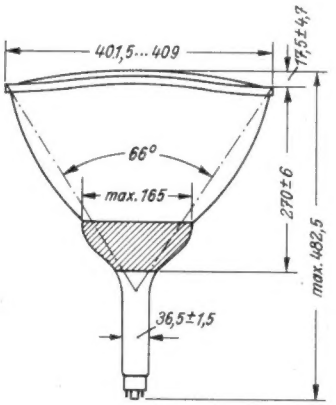
Bei einer Röhre mit Metallkonus wird im Netzteil ein zusätzlicher Ladekondensator von einigen 100 pF erforderlich. Er muß für eine Betriebsspannung von 18 kV geeignet sein. Diesen Kondensator bildet man zweckmäßig so aus, daß er als Stützpunkt für die Anodenspannungszuführung der Bildröhre verwendet werden kann. Als Anodenanschluß dient eine Kontaktfeder, die am blanken Rand des Konus anliegt.

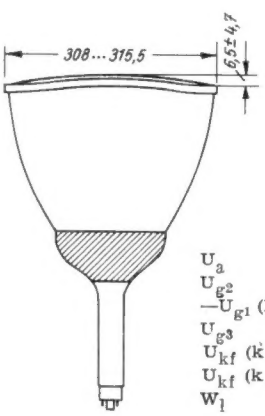
Der Metallkonus führt im Betrieb eine sehr hohe Spannung gegen die Umgebung. Der Halterahmen am vorderen Ende der Röhre muß deshalb aus hochwertigem Isolierstoff sein, und Kriechwege zwischen dem Metallkonus und jedem anderen Metallteil sollen mindestens 60 mm betragen. Wegen der hohen Anodenspannung sollte man für den Konus gegebenenfalls einen Berührungsschutz vorsehen. Da der Ladekondensator der Anodenstromquelle seine Ladung noch einige Zeit nach dem Ausschalten des Gerätes beibehält, muß der Metallkonus geerdet werden, bevor er berührt werden kann.

Alle Teile, die am Konus anliegen, müssen sehr gute Isolation besitzen, um eine zusätzliche Belastung der Anodenstromquelle durch Isolationsströme zu vermeiden. Metallteile sollen mindestens 35 mm Abstand haben und dem Konus glatte abgerundete Oberflächen zukehren, damit keine Sprüh- oder Glimmentladungen auftreten. Außerdem muß man Vorkehrungen gegen Staubablagerungen auf dem Glasteil zwischen Röhrenhals und Metallkonus treffen, weil sie zu Krachgeräuschen im Empfänger führen. Beim Einbau und beim Transport soll die Röhre möglichst nur am Metallkonus angefaßt werden, denn Fingerabdrücke auf dem Glasteil verschlechtern die Isolation. Ferner muß man darauf achten, daß der Ionenfallenmagnet nicht mit dem Konus in Berührung kommt, weil letzterer dadurch magnetisiert wird und dann Verzerrungen in den Bildecken auftreten können.

Technische Daten

Heizung: 6,3 V; 0,3 A
Kapazitäten: C_{g1} = 7 pF, C_k = 5 pF
Schirm: Farbe weiß, Farbtemperatur 7500° C
Lichtdurchlässigkeit des Filterglases: 66 %
Nutzbare Schirmdiagonale: mindest. 38,8 cm



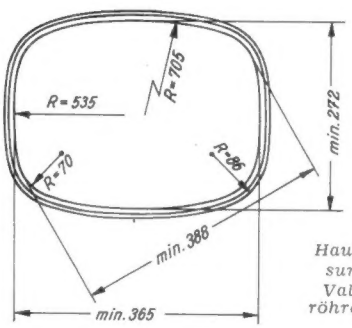


Betriebsdaten

U_a	14 kV
U_{g2}	300 V
$-U_{g1}$ (I_a = 0)	—40...—86 V
U_{g3}	0...250 V

Grenzdaten

	max.	min.	
U_a	16	10	kV
U_{g2}	410	200	V
$-U_{g1}$ (I_a = 0)	—150	0	V
U_{g3}	410	0	V
U_{kf} (k pos.; f neg.)	200		V
U_{kf} (k neg.; f pos.)	125		V
W_1	6		W



Hauptabmessungen der Valvo-Bildröhre MW 43-43

Neue amerikanische Großbildröhre

61×47 cm betragen die Abmessungen des Bildes bei der neuen Bildröhre 27 EP 4 der General Electric [1]). Damit ist die Bildfläche mehr als viermal so groß wie bei den gebräuchlichen Heimempfängern. Die Röhre arbeitet mit 20 kV Anodenspannung und magnetischer Fokussierung und Ablenkung. Grauglasfilter und metallisierter Leuchtschirm ergeben hohe Bildqualität und guten Kontrast.

[1]) Auslieferung für Deutschland: Herbert Anger, Frankfurt/M., Taunusstraße 20.

Die PCC 84 - eine neue UKW-Doppeltriode

Um die hohen Anforderungen an die Eingangsstufen eines Fernsehempfängers zu erfüllen, wurde von den Firmen Telefunken und Valvo die neue Röhrentype PCC 84 herausgebracht. Nach den bisherigen Erkenntnissen scheiden Pentoden für solche Schaltungen aus, denn durch ihr Stromverteilungsrauschen lassen sich damit nicht so niedrige Werte für die Grenzempfindlichkeit wie bei Trioden erreichen.

Die Lösung, eine Triode in Gitter- oder Katodenbasis-Schaltung anzuwenden, hat ebenfalls nicht voll befriedigt. Bei der Gitterbasisschaltung muß auf Eingangsübersetzung von der Antenne her verzichtet werden, ferner ist die Verstärkungsregelung wegen der dabei auftretenden Änderungen des Eingangswiderstandes schwierig. Auch neutralisierte Triodenschaltungen werden wegen des erhöhten Schaltaufwandes ungern angewendet.

Aus diesen Schwierigkeiten heraus ist die sogenannte Cascode-Schaltung entwickelt worden. Sie kann entweder nach **Bild 1** in Wechselstromkopplung oder

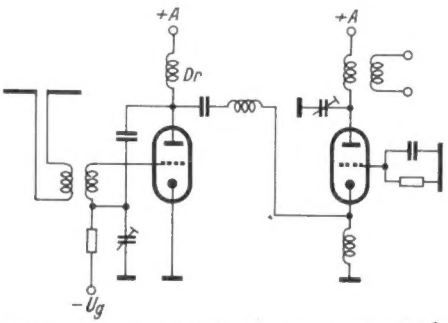


Bild 1. Cascode-Schaltung mit Wechselstromkopplung

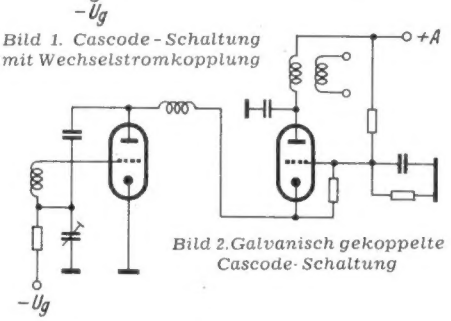


Bild 2. Galvanisch gekoppelte Cascode-Schaltung

nach **Bild 2** in Gleichstromkopplung aufgebaut werden. Die erste Triode arbeitet in Katodenbasis-, die zweite in Gitterbasisschaltung[1]). Der Vorzug dieser Cascode-Anordnung besteht darin, daß sie das geringe Röhrenrauschen der Triode mit den Vorteilen der Pentode (hohe Verstärkung, keine kritische Neutralisation, Regelbarkeit) vereinigt. Die Gleichstromkopplung nach Bild 2 erfordert einen kleineren Schaltmittelaufwand und ist durch das Wegfallen der Koppelkapazität zwischen den beiden Stufen übersichtlicher und unkritischer. Bei der Type PCC 84 ist von vornherein auf die Verwendung in Cascode-Schaltung mit Gleichstromkopplung Rücksicht genommen worden.

Damit mußten folgende Forderungen erfüllt werden:

1. Hohe Steilheit, um große Verstärkung zu erzielen.
2. Diese hohe Steilheit muß bereits bei 90 V Anodenspannung vorhanden sein, da bei der Gleichstromkopplung pro System nur die halbe Betriebsspannung (170 bis 180 V) zur Verfügung steht.
3. Hoher Eingangswiderstand, besonders im Eingangssystem, um eine brauchbare Eingangsübersetzung zu ermöglichen.
4. Ausreichende Isolation Faden/Schicht, da die Katode des einen Systems etwa 90 V Spannung gegen den Heizfaden führt.
5. Geringe Kapazitäten zwischen den beiden Systemen, insbesondere zwischen den Anoden, damit die Rückwirkung des Ausgangskreises auf den Eingang und auf die

[1]) Vgl. FUNKSCHAU 1953, Heft 4, S. 66.

zwischen den beiden Systemen liegenden Koppelglieder möglichst klein wird.

Alle diese Forderungen werden von der Type PCC 84 erfüllt, so daß sie sich ausgezeichnet für die Hf-Vorstufe eines Fernsehempfänger eignet. Gegenüber außerdeutschen Typen konnte die neue Röhre in ihren UKW-Eigenschaften verbessert werden; sie erreicht z. B. einen Eingangswiderstand von 4 kΩ bei 200 MHz, und ihre Grenzempfindlichkeit liegt bei 6,5 kT_0.

Um den hohen Eingangswiderstand zu erreichen, ist z. B. die Katode von System I an zwei Sockelstifte angeschlossen **(Bild 3)**.

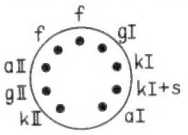


Bild 3. Sockelschaltung der neuen Doppeltriode PCC 84

Gleichzeitig ist mit dieser Katode eine zwischen beiden Systemen liegende Abschirmung s verbunden, um die gegenseitige kapazitive Kopplung herabzusetzen. Die inneren Kapazitäten betragen z. B. zwischen den Anoden weniger als 0,035 pF und zwischen den Gittern weniger als 0,005 pF. Deshalb ist es wichtig, daß die beiden Systeme in der vorgesehenen Weise verwendet werden. Das System I dient als Eingangssystem in Katodenbasisschaltung, während System II als Ausgangssystem in Gitterbasisschaltung vorgesehen ist.

Vorläufige Daten der PCC 84

Heizspannung	U_f	= ca.	7,5 V[1]) 7 V[2])
Heizstrom	I_f	=	300 mA
Betriebswerte			
Anodenspannung	U_a	=	90 V
Anodenstrom	I_a	=	12 mA
Gittervorspann.	U_g	=	-1,5 V
Steilheit	S	= ca.	6 mA/V
Durchgriff	D	=	4,3 %
Eingangswiderstand für 200 MHz beim System I in Katodenbasisschaltung	R_{eI}	=	3,3 kΩ
Grenzwerte			
Anodenspannung	U_a	=	180 V
Anodenverlustleistung	N_a	=	2 W
Katodenstrom	I_k	=	18 mA
Gitterableitwiderstand	R_g	=	100 kΩ[1]) 500 kΩ[2])
äuß. Widerstand zwischen Faden und Katode	R_{fk}	=	20 kΩ
Spannung zwisch. Faden und Katode			
b. positiv. Katode	U_{fk+}	=	250 V
b negativ. Katode	U_{fk-}	=	90 V

[1]) Nach Telefunken.
[2]) Nach Valvo-Unterlagen.

Drahtlose Dolmetscher für Konferenzen

Wenn bei den großen Konferenzen oder bei den Zusammenkünften der verschiedenen Nationen Reden gehalten werden, so müssen sie durch fähige Übersetzer den verschiedensprachigen Teilnehmern sofort zugesprochen werden. Bei jedem Sitzplatz oder Pult befanden sich zu diesem Zweck mehrere Steckdosen, an die man einen Kopfhörer anschließen konnte, so daß man den jeweiligen Dolmetscher die laufende Rede übersetzen hörte.

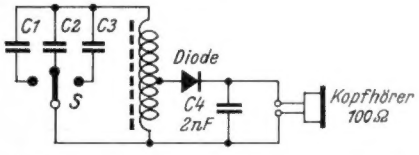


Bild 1. Schaltung des Konferenz-Empfängers mit Germanium-Detektor. Verwendete Frequenzen: 100 kHz = englisch, 200 kHz = französisch, 300 kHz = russisch

Wenn nun so ein Kopfhörer-Behafteter in der Erregung aufsprang, um z. B. unter Protest den Saal zu verlassen, riß er sich die Kopfhörer heftig von den Ohren, und dabei nahmen sie Schaden (die Kopfhörer immer — die Ohren manchmal). Darüber hinaus war es ein ziemlicher Widerspruch, Mitglieder freier Nationen so angebunden zu sehen! Deshalb hat sich die Westinghouse - Electric - Company der Politiker angenommen und ihnen zuerst tragbare Kleinempfänger mit Batterien um den Hals gehängt, die auf verschiedene Festfrequenzen einstellbar waren. Die Übersetzer besprachen jetzt nicht mehr gewöhnliche Nf - Verstärker, sondern je einen Kleinsender, und die Konferenzteilnehmer konnten sich frei im Raume bewegen.

Trotzdem fanden die Politiker diese tragbaren Geräte als untragbar — sei es, daß sie schon genug am Halse hatten, sei es, daß alle Augenblicke die Batterien leer waren oder mitten in den Dauerreden die Röhren durchbrannten. — Die durch nichts zu erschütternden Techniker der genannten Firma lösten aber auch dieses Problem, indem sie batterielose Neuheiten — nämlich „Detektorapparate" — entwickelten!

Der mit einem solchen Gerät ausstaffierte Teilnehmer trägt an seiner Brust — mit einer Hutklammer befestigt — den länglichen Empfänger. Mit einem Stufenschalter kann dieser auf drei verschiedensprachige Sender abgestimmt werden. Frei und ohne Störung kann nun der Teilnehmer im ganzen Gebäude die in Frage kommenden Sprachübersetzungen laufender Reden hören, wo er auch immer stehen oder sitzen mag. Bei der letzten Konferenz des Nord-Atlantik-Rates in Paris im Palais de Chaillot wurde dieses Verfahren zum ersten Male erfolgreich angewendet.

Bild 1 zeigt die Prinzipschaltung, während **Bild 2** den geöffneten Empfänger in seiner praktischen Ausführung darstellt. Er ist mit einer verhältnismäßig langen Spule ausgerüstet, die einlagig auf einen Kern aus Ferroxcube aufgewickelt ist und als Rahmenantenne wirkt. Der Empfänger ist also elektromagnetisch mit dem Dolmetscher - Sender gekoppelt. Die Lautstärke läßt sich durch Schwenken des Gerätes von der vertikalen nach der horizontalen Richtung beliebig ändern, was bei bestimmten Reden sehr angenehm sein mag.

Vor kurzer Zeit ist eine solche Anlage mit 200 Empfängern bei der NATO eingerichtet worden, und alle Teilnehmer sind des Lobes voll. Es wird berichtet, daß die Feldstärke schon drei Meter außerhalb des Gebäudes so gering sein soll, daß man nichts mehr hört. Trotzdem hat der Verfasser kein besonderes Vertrauen auf die dadurch gesicherte Geheimhaltung, denn es gibt ja sehr empfindliche Spezialempfänger, die dann auch erheblich weiter entfernt stehen könnten. Solange es aber um nicht ganz vertrauliche Konferenzen geht, ist das Verfahren zweifellos gut. Man könnte es mannigfach und auch für andere Zwecke verwenden, z. B. für Tonfilm- oder Fernseh - Studio - Verständigung. Schrifttum: Wireless World, Febr. 1953, Seite 69.)

Ing. H. F. Steinhauser

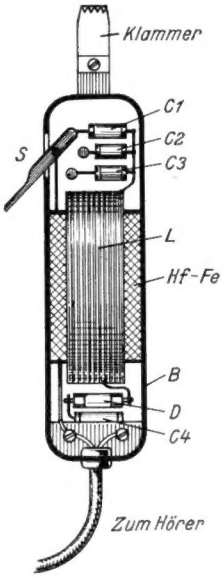


Bild 2. Der Empfänger für drahtloses Dolmetschen, geöffnet. L = Spule, Hf-Fe = Ferroxcubekern, S = Umschalter für drei Frequenzen, C1, C2, C3 = Schwingkreis-Kondensatoren, D = Germaniumdiode, C4 = Überbrückungskondensator, B = Bakelite-Gehäuse

DAS NEUESTE

Geätzte Schaltungen

Unter den Herstellungsverfahren für gedruckte Schaltungen hat das Technograph-System seit 1946 solche Fortschritte gemacht, daß jetzt die Fabrikation vollständiger Funkgeräte, Teilegruppen und Bausteine praktisch durchführbar ist. Das Verfahren besteht darin, daß die gewünschte Schaltung mit Spezialfarbe auf die Metallhaut einer Bakelite-Grundplatte aufgedruckt und die unerwünschten Metallflächen anschließend weggeätzt werden. Nach dem neuesten Stand dieser Technik kann das weggeätzte Metall zurückgewonnen werden. Bei einfachen Schaltungen ohne Kreuzungen kommt man mit einer einseitig metallisierten Platte aus. Bei komplizierteren Anordnungen wird auch die andere Oberfläche der Isolierplatte zur Aufnahme der kreuzenden Leitungen usw. metallisiert. An den Verbindungsstellen der Schaltung werden Löcher gebohrt oder gestanzt und beide Flächen durch Nieten verbunden.

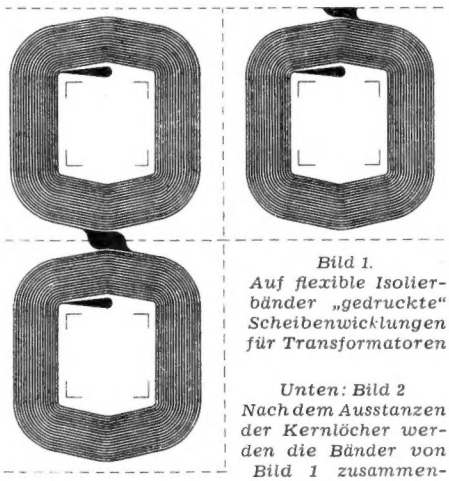


Bild 1. Auf flexible Isolierbänder „gedruckte" Scheibenwicklungen für Transformatoren

Unten: Bild 2 Nach dem Ausstanzen der Kernlöcher werden die Bänder von Bild 1 zusammengefaltet, durch Zwischenlagen isoliert und zu Wicklungspaketen gestapelt

DAS NEUESTE

Geätzte Schaltungen *(Fortsetzung)*

Nach dem Technograph-Verfahren können auch flexible Isolierbänder von beträchtlicher Länge bedruckt werden, von denen die einzelnen Einheiten nachträglich abgeschnitten und gefaltet werden können. Auf diese Weise lassen sich sogar Netztransformatoren aus (gedruckten und geätzten) Scheibenwicklungen nach **Bild 1** herstellen. Man schneidet eine entsprechende Anzahl aneinanderhängender Spulenscheiben ab, stanzt aus ihrer Mitte die Kernlöcher aus und faltet sie (mit Zwischenisolationen) zu Wicklungspaketen nach **Bild 2** zusammen. Neben fertigungstechnischen Vorteilen ermöglicht dieses Verfahren beliebige „Draht"-Querschnittsänderungen, z. B., um durch dickere Leiter im Spulenzentrum die Wärmeabstrahlung herabzusetzen. Auch Elektromotoren-Anker sollen jetzt lt. Wireless World (Dezember 1952, 488) gedruckte und geätzte Wicklungen erhalten. (Hersteller: Technograph Printed Circuits Ltd., London W 1) hgm

Zeitlupe und Zeitraffer für Töne

Die schon lange bekannte Tatsache, daß unser Ohr schneller ist als der Mund, daß es rascher aufzunehmen vermag als normalerweise gesprochen wird, hat immer wieder zu Versuchen geführt, die Geschwindigkeit von Tonübertragungen auf elektrischem oder mechanischem Wege zu erhöhen, um die oft knappe Zeit besser ausnützen zu können. All diese bisherigen Methoden litten daran, daß sich bei jeder Veränderung der normalen Geschwindigkeit auch die Tonhöhe änderte, daß bei schnellerem Ablauf der Ton höher, bei langsamerem tiefer herauskam; vor allem für musikalische Übertragungen bedeutete dies eine Verzerrung, so daß der praktischen Verwendungsmöglichkeit dieser Methoden sehr enge Grenzen gesetzt waren.

Nunmehr ist es jedoch an der Universität Illinois (USA) gelungen, eine neue Maschine zu entwickeln, die eine Zusammenziehung oder Ausdehnung von akustischen Übertragungen ohne Veränderung der Tonhöhe ermöglicht. Ähnlich wie die Zeitlupe bzw. der Zeitraffer im optischen Bereich des Films zerlegt dieser „Zeit-Kompressor" die Töne in sehr kleine Teile, schaltet davon einige aus oder fügt gleichartige hinzu und setzt das Ergebnis dann wieder zusammen.

Dieses System hat nicht nur für die Rundfunktechnik erhebliche Bedeutung, da es ohne Mühe ermöglicht, längere Sendungen auf dem Tonband unverändert zu komprimieren, so daß sie in die zur Verfügung stehende Zeitspanne hineinpassen, sondern es erweitert auch die Ausnützungskapazität aller Übertragungsleitungen, da die Sendungen vorher komprimiert und nachher wieder ausgedehnt werden können. Das Kernstück der Maschine ist eine rotierende Trommel, über die ein endloses Magnetband läuft, das von vier elektromagnetischen Tonaufnehmern beeinflußt wird. RSH

Ausbildung zum Tontechniker

Für den Dienst im Funkhaus werden Tontechnikerinnen und Tontechniker im Rundfunktechnischen Institut (Nürnberg, Tillystraße 42) ausgebildet. Die Ausbildungszeit für Tontechnikerinnen beträgt zwei Semester, für Tontechniker mit Aufstiegsmöglichkeiten zum Ton-Ingenieur drei Semester. An der Mitte September stattfindenden Eignungsprüfung können Abiturienten sowie Absolventen höherer technischer Lehranstalten teilnehmen.

Für die Tonmeisterlaufbahn ist außerdem das Abschlußzeugnis einer staatlichen Musikhochschule (Kapellmeister-Examen) oder eines musikwissenschaftlichen Studiums an der Universität Voraussetzung.

Stärkster Sender der Welt

Als stärksten Sender der Welt wird die amerikanische Marine im Frühjahr 1953 einen 1000-kW-Langwellensender mit einem Frequenzbereich von 14,5 bis 35 kHz entsprechend den Wellenlängen 20 600 bis 8600 m in Betrieb nehmen. Er soll den Telegrafie- und Fernschreibverkehr mit der Arktis auch während magnetischer Stürme und die Nachrichtenverbindung mit getauchten Unterseebooten sicherstellen. Das abgestimmte Antennensystem besteht aus zehn Antennenketten von 1,7 bis 2,6 km Länge, die zwischen 900 m hohen Bergspitzen über dem 310 m hohen Talboden des Jim Creek-Tals im Staate Washington zickzackförmig längs einer Strecke von 1,6 km ausgespannt werden. Die Mitten der einzelnen Abschnitte werden über 270 m lange Kupferhohlseile mit den beiden Energieleitungen verbunden, die vom Sender her die fünf östlichen und die fünf westlichen Antennenketten versorgen. Von entsprechender Größe ist das Erdungsnetz, in das die notwendigen Gebäudeabschirmungen einbezogen werden. Jedes der beiden Antennensysteme liegt an einer 500-kW-Gegentakt-Triodenendstufe, der jeweils fünf Gegentakt-Verstärkerstufen und eine Trennstufe vorangehen. Nur die Quarzoszillatoren, die Frequenzüberwachung und die Taststufe sind beiden Senderhälften gemeinsam. (Electronics, Dezember 1952, 98 ... 101). hgm

Germanium-Flächengleichrichter für große Leistungen

Die Leistungsgleichrichter auf Germaniumbasis, über die wir in Heft 20/1952, S. 397 der FUNKSCHAU ausführlich berichteten, sind jetzt in einer neuen verbesserten Serie auf den (amerikanischen) Markt gekommen. Gegenüber der G-10-Serie weist die neue JA-Reihe nicht nur wesentlich kleinere Abmessungen **(Bild 1)**, sondern auch einige elektrische Verbesserungen auf. Die neuen Systeme sind reine Flächengleichrichter (junction typ) und werden durch eine mit den Elektroden verschweißte Glashaube hermetisch gegen Feuchtigkeitseinflüsse abgeschlossen. Außerdem sind sie stoßfest und gewährleisten gute Wärmeabstrahlung bei 55° C mittlerer Betriebstemperatur. Nur der größte Typ (4 JA 2 A 4) der neuen Reihe ist mit seiner Basiselektrode in eine Kühlplatte **(Bild 2)** montiert. Die elektrischen Daten der neuen Gleichrichterreihe gehen aus der **Tabelle** hervor. Alle Typen halten Temperaturen bis 85° aus und können Frequenzen bis zu 50 kHz verarbeiten. hgm

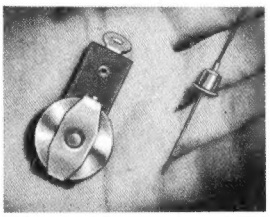


Bild 1. Größenvergleich zwischen Germanium-Leistungsgleichrichtern der älteren G-10-Serie (links) und der neuen JA 1A-Serie der General Electric

Germanium-Flächengleichrichter (General-Electric-JA-Serie für 55° C Betriebstemperatur)

Gleichrichtertyp	4 JA 1 A 1	4 JA 1 A 2	4 JA 1 A 3	4 JA 2 A 4	
Spitzensperrspannung	100	200	300	400	V
Spitzen-Durchlaßstrom	470	310	250	1570	mA
Abgegebener Gleichstrom	150	100	75	500	mA
Spannungsabfall bei Vollast	0,5	0,5	0,5	0,7	V
Durchlaßwiderstand bei Vollast	1,1	1,5	1,9	0,5	Ω
Dauersperrspannung (Gleichstromwert)	30	30	30	185	V

Hersteller: General Electric Company, Deutsche Vertretung: Herbert Anger, Frankfurt/Main

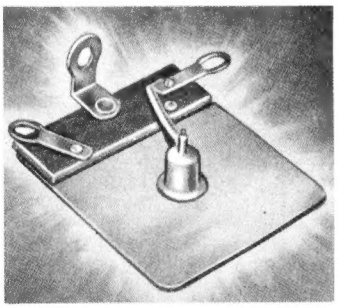


Bild 2. Der Typ 4JA2A4 ist auf einer Kühlfläche montiert. Bei 400 V Sperrspannung verträgt er 500 mA Durchlaßstrom

Neue Fernseh-Lehrgänge in Hannover

Die Fernseh-Arbeitsgemeinschaft Handel-Handwerk in Hannover führt im Juni eine Reihe von neuen Lehrgängen durch. Eine Vortragsfolge von fünf Abenden wird sich mit dem Selbstbau von Prüfgeräten für den Fernseh-Meßplatz beschäftigen. Für die auswärtigen Mitglieder werden die bisher als Abendkurse durchgeführten drei Lehrgänge „Einführung in die Fernsehtechnik", „Fernseh-Schaltungstechnik" und „Fernseh-Reparaturtechnik" in Form von Wochenendkursen von dreitägiger Dauer wiederholt. Außerdem werden Übungsgruppen von 6 bis 8 Teilnehmern in dem neuen Schulungsraum Gelegenheit zur Einführung in die Oszillografenpraxis und die Praxis der Fernsehreparaturen haben. Die Leitung der Kurse hat wiederum Dipl.-Ing. Rose übernommen. Anmeldungen sind zu richten an den Bundesfachgruppenleiter Wilhelm Oberdieck, Hannover, Hildesheimer Straße 17 A.

Funkhaus Klagenfurt

Der österreichiche Rundfunk hat ein nach modernsten Gesichtspunkten eingerichtetes neues Funkhaus in Klagenfurt in Betrieb genommen. Damit wird ein seit 1945 bestehendes Provisorium beseitigt.

FUNKSCHAU
Zeitschrift für Funktechniker

Herausgegeben vom
FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN
Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer

Erscheint zweimal monatlich, und zwar am 5. und 20. eines jeden Monats. **Zu beziehen** durch den Buch- und Zeitschriftenhandel, unmittelbar vom Verlag und durch die Post. **Monats-Bezugspreis** für die **gewöhnliche Ausgabe** DM 1.60 (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzüglich 6 Pfg. Zustellgebühr; für **die Ingenieur-Ausgabe** DM 2.— (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr. Preis des Einzelheftes der gewöhnlichen Ausgabe 80 Pfennig, der Ing.-Ausgabe DM 1.—.
Redaktion, Vertrieb u. Anzeigenverwaltung: Franzis-Verlag, München 22, Odeonsplatz 2. — Fernruf: 2 41 81. — Postscheckkonto München 57 58.
Berliner Geschäftsstelle: Berlin-Friedenau, Grazer Damm 155. — Fernruf 71 67 68 — Postscheckkonto: Berlin-West Nr. 622 66.
Berliner Redaktion: O. P. Herrnkind, Berlin-Zehlendorf, Schützallee 79. Fernruf: 84 71 46.
Verantwortlich für den Textteil: Ing. Otto Limann; für den Anzeigenteil: Paul Walde, München. — Anzeigenpreise n. Preisl. Nr. 7.
Auslandsvertretungen: Belgien: De Internationale Pers, Berchem-Antwerpen, Kortemarkstraat 18. — Niederlande: De Muiderkring, Bussum, Nijverheidswerf 19-21. — Saar: Ludwig Schubert, Buchhandlung, Neunkirchen (Saar), Stummstraße 15. — Schweiz: Verlag H. Thali & Cie., Hitzkirch (Luzern).
Alleiniges Nachdrucksrecht, auch auszugsweise, für Österreich wurde Herrn Ingenieur Ludwig Ratheiser, Wien, übertragen.
Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, (13 b) München 2, Luisenstr. 17. Fernsprecher: 5 16 25.
Die FUNKSCHAU ist der IVW angeschlossen

Versuche mit selbstgefertigten Bleiglanz-Transistoren

Der Aufbau und die Wirkungsweise von Transistoren sind für manchen Funktechniker noch neu und ungewohnt. Wie die nachstehende Arbeit zeigt, ist aber ein Transistor im Prinzip nichts anderes als ein Kristalldetektor mit zwei Kontaktspitzen. So betrachtet wird vielen dieses Gebiet bedeutend vertrauter vorkommen. Der Verfasser zeigt, wie man sich sogar mit einem aus zwei Kristalldetektoren selbstgebauten Transistor in die Schaltungstechnik dieser neuen zukunftsreichen Bauelemente einarbeiten kann und wie die übrigen Teile einer Transistorschaltung zu berechnen sind.

Es dürfte noch wenig bekannt sein, daß man mit einem g u t e n handelsüblichen Bleiglanzkristall Verstärkungen erzielen kann. Die Qualität eines solchen Transistors ist zwar gering — Lebensdauer, Stabilität und obere Grenzfrequenz sind niedrig, Eigenrauschen und Neigung zu Verzerrungen jedoch groß; dies stört aber bei der Versuchsanordnung wenig. Im Gegenteil, gerade das Abtasten der Grenzen seines Anwendungsgebietes schafft erst ein praktisches Gefühl für die Handhabung von Kristalloden überhaupt.

Der mechanische Aufbau des Versuchstransistors

Zunächst beschafft man sich zwei handelsübliche Detektoren mit Silberfeder und Bleiglanzkristall, staubdicht im Glasröhrchen gelagert. Die Detektoren werden auseinandergenommen und die Einzelteile dann nach **Bild 1** bis **3** auf ein gewinkeltes Stück Pertinax (ca. 3 mm) montiert. Der Kristall ist peinlich sauber zu halten und darf nicht mit der Hand berührt werden. Eine Reinigung mit reinem Alkohol oder Äther ist nach Verschmutzung ratsam. Am besten kapselt man ihn wieder gemeinsam mit den Federn in ein Glasgehäuse. Die Spitzen der Silberfedern sind durch Schleifen so gut wie möglich nachzuschärfen. — Dieser Aufbau stellt bereits den eigentlichen Versuchstransistor dar.

Nf-Verstärkerschaltung

Eine geeignete Nf-Verstärkerschaltung ist in **Bild 4** wiedergegeben. Als Eingangstransformator verwendet man den Ausgangsübertrager eines Rundfunkgerätes. Die Schwingspule des Lautsprechers wird abgelötet. Das Rundfunkgerät selbst liefert die Nf-Spannung für den Transistor. Wichtig ist, daß die Anpassungswerte des Übertragers bekannt sind. Die Ausgangswicklung muß nämlich — und darin liegt die Schwierigkeit dieser Schaltung — umgewickelt werden. Für die Anpassung der Sekundärwicklung auf den Transistoreingangswiderstand dient folgende Formel:

$$W_t = W_s \sqrt{\frac{\mathfrak{R}_t}{\mathfrak{R}_s}} \qquad (1)$$

W_t = Eingangswicklung für den Transistor
W_s = Bisherige Sekundärwindungszahl des Übertragers
$\mathfrak{R}_t$ = Transistor-Eingangswiderstand
$\mathfrak{R}_s$ = Schwingspulenwiderstand des Lautsprechers

Ein Beispiel zu (1):

$\mathfrak{R}_s$ betrage 6 Ω. Dafür sind 30 Windungen auf dem Übertrager aufgebracht. Der Transistor - Eingangswiderstand soll mit 250 Ω angenommen werden. Dieser Wert hat sich bei Versuchen als Durchschnittswert ergeben und wird bei allen angeführten Berechnungen als Grundlage benutzt (er liegt damit bedeutend niedriger als bei Germaniumtrioden). Die erforderliche Windungszahl W_t ergibt sich somit zu:

$$W_t = 30 \sqrt{\frac{250}{6}} = 195 \approx \mathbf{200\ Windungen}$$

Durch diese Maßnahme bleibt der Übertrager richtig an die Endröhre des Rundfunkgerätes angepaßt. Der Anpassungswiderstand wird nämlich zur Ermittlung der Eingangsleistung des Transistors herangezogen, denn eine direkte Messung derselben dürfte in den meisten Fällen aus Mangel an geeigneten Meßinstrumenten nicht möglich sein.

Die Eingangsleistung läßt sich nach der Formel bestimmen:

$$N = \frac{u_a^2}{\mathfrak{R}_p} \qquad (2)$$

N = Leistung in Watt
u_a = Ausgangswechselspannung der Endröhre
R_p = Primärwiderstand des Übertragers

Ein Beispiel zu (2):

Der Eingangswiderstand R_p der Primärwicklung des Übertragers (richtig belastet!) betrage 7000 Ω. Die Wechselspannung u_a an dieser Wicklung zeige bei der Messung 6 Volt. Die damit von der Endröhre an den Übertrager und den Transistoreingang weitergegebene Wechselstromleistung errechnet sich dadurch zu:

$$N = \frac{36}{7000} = 0{,}0051\ W = 5{,}1\ mW$$

In ähnlicher Weise muß auch der Ausgangskreis des Transistors — der Collectorkreis — einen angepaßten Übertrager besitzen. Da der Ausgangswiderstand des Transistors nicht bekannt ist, verwendet man einen Lautsprecher, dessen Übertrager möglichst viele Anzapfungen mit etwa folgenden Widerstandswerten besitzt: 2, 4, 7, 9, 12, 16 kΩ. Es wird dann die Anzapfung ermittelt, die die größte Lautstärke abgibt. Nach Formel (2) kann man auch hier die Leistung ausrechnen und so feststellen, ob die Schaltung eine Verstärkung ergibt.

Liegt eine eindeutige Verstärkung vor, so eignet sich diese Anordnung zur Schwingungserzeugung. Der Lautsprecher wird abgeschaltet und die Sekundärwicklung seines Übertragers — gegebenenfalls wieder nach Umwicklung für den Transistor-Eingangswiderstand — p h a s e n g l e i c h d. h. im gleichen Wicklungssinn an den Eingang des Transistors gelegt **(Bild 5)**. Es entsteht ein Tonsummer. Zur Schwingprüfung kann ein Kopfhörer (4000 Ω) parallel zur Primärwicklung des Übertragers gelegt werden.

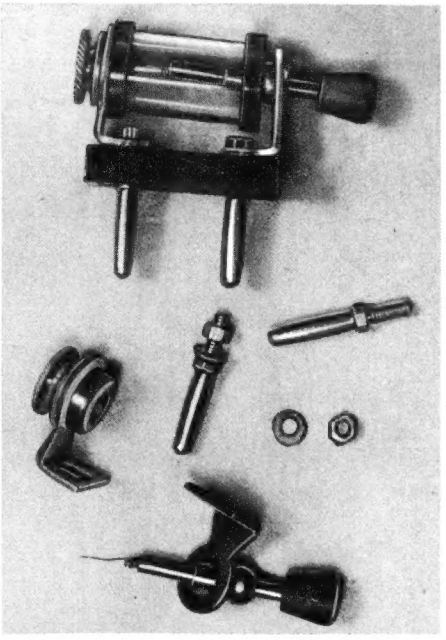


Bild 1. Der Kristalldetektor und seine zum Aufbau des Transistors verwendeten Teile

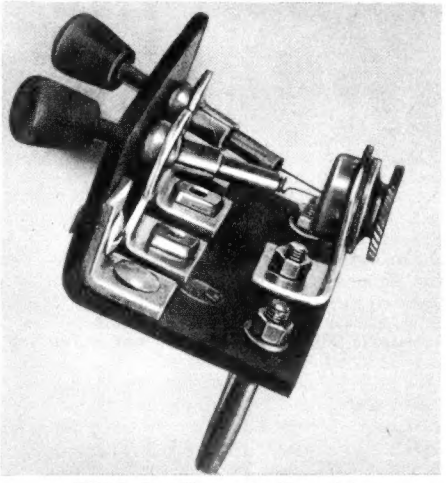


Bild 2. Der Versuchs-Transistor

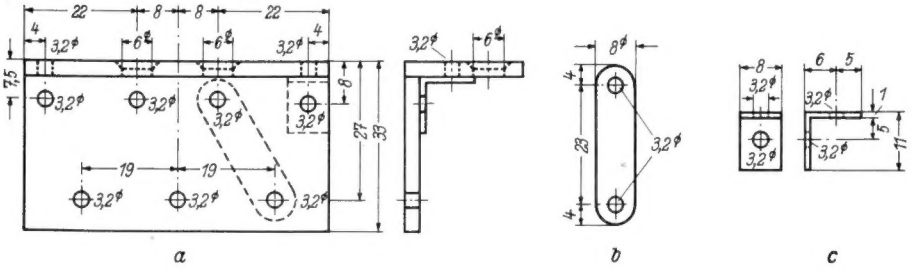


Bild 3. Maßskizzen der anzufertigenden Teile. a = Grundplatte aus Isoliermaterial, b = Metallbrücke (2 Stück), c = Haltewinkel (2 Stück)

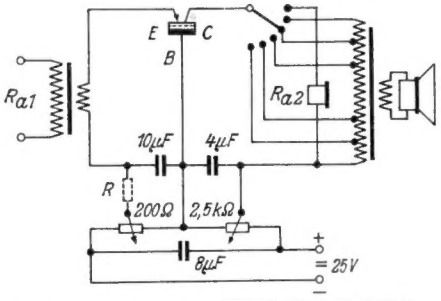


Bild 4. Aufbau der Nf-Schaltung. Der angedeutete Widerstand R (ca. 200 Ω) kann zur Strombegrenzung eingefügt werden. Notwendig ist er nur bei direktem Anschluß einer 2-V-Emitter-Batterie

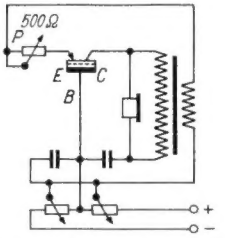
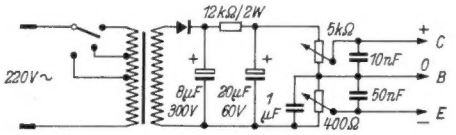


Bild 5, Tongenerator. Das Potentiometer P dient zur Schwingungsbegrenzung. Es wird nicht in jedem Fall erforderlich sein

Sehr zu empfehlen ist dieser Versuch jedoch nicht, da der Transistor diese Belastung nicht lange aushält. Wer es dennoch probieren will, dem sei geraten, einen regelbaren Widerstand (500 Ω) vor den Emitter zu legen.

Der Netzteil

Als Stromquelle für die Versuche kann man ein Netzanschlußteil nach **Bild 6** auf-



Links: Bild 6. Schaltung des Netzgerätes mit einem VE-Transformator. Die Siebkette wurde sehr reichlich bemessen. 200 V Spannung liegen am Siebwiderstand (12 kΩ)

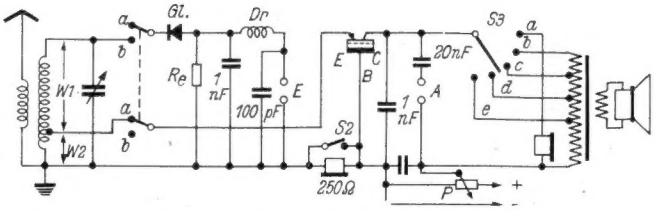


Bild 7. „Audion"-Schaltung zum Einstellen und Messen des Transistors. Ein Hf-Siebglied vor den Meßbuchsen erübrigt sich, da Hf-Spannungen im Kollektorkreis nicht zu erwarten sind

bauen. Damit ergeben sich maximal 50 V am Collector- und 2,5 V am Emitterkreis. Die Collectorspannungen dürfen aber bei Bleiglanz nicht höher als 15...20 V gewählt werden. Das liegt an der „dünnen" Sperrschicht dieses Materials; geht man mit der Spannung höher, so schlägt die Sperrschicht durch und der Transistor ist zerstört. Wichtig ist auch beim Bleiglanztransistor, daß umgekehrt wie beim Germaniumtransistor — also ähnlich wie bei einer Röhre — eine positive Collectorspannung und eine negative Emitterspannung angelegt werden muß.

Eine Demodulationsstufe

Die in Bild 4 angeführte Schaltung eignet sich nur dazu, um Nf-Verstärkung zu ermitteln. Zum „Eintasten" eines Transistors ist die Schaltanordnung nach **Bild 7** besser geeignet, außerdem wird hierbei die Vorspannung gespart. Diese Schaltung setzt allerdings eine gute Antenne und einen Ortssender voraus.

Der Aufbau ähnelt einer Audionstufe. Der Eingangskreis wird wie üblich bemessen. Man wird also einen Einkreiserspulensatz mit einem 500-pF-Drehkondensator verwenden. Die Spulenanzapfung, die die Schwingkreisspule W_1 bei W_2 unterteilt, läßt sich wiederum nach Formel (1) folgendermaßen bestimmen:

Die induzierte Leistung der Antenne wird in Schalterstellung a über den Schwingkreis in einer Detektorschaltung mit Germaniumdiode im Kopfhörer hörbar gemacht. Dann wird der Kopfhörer durch einen Meßwiderstand ersetzt ($R_e = 6000\ \Omega$). An ihm kann die Nf-Leistung ermittelt werden. Damit dieselbe Eingangsleistung in Schalterstellung b am Transistor liegt, ist die Spulenanzapfung notwendig. Die Belastung des Schwingkreises beträgt $\frac{1}{2} R_e = 3000\ \Omega$, da es sich hier um die Reihenschaltung von Diode und Belastungswiderstand handelt. Wird $\mathfrak{R}_t$ wieder mit $250\ \Omega$ angenommen (Schwingkreisbelastung $\frac{1}{2}\mathfrak{R}_t = 125\ \Omega$), so liegt die Anzapfung für W_2 (aus Formel (1) berechnet) bei

$$W_2 = W_1 \sqrt{\frac{125}{3000}} \approx 0{,}2\, W_1$$

Bei einer Schwingspule mit z. B. 60 Windungen muß die Anzapfung also bei 12 Windungen erfolgen.

Liegt nun der Schalter auf b, so ist der Schwingkreis ebenso stark belastet wie in Stellung a, die aus ihm entnommenen Leistungen sind also gleich. Dadurch werden in beiden Fällen auch die Dämpfung und die Trennschärfe des Kreises festgelegt. Vergleicht man nun diese mit der von Röhrenschaltungen, wo an Stelle eines Widerstandes von 6000 Ω ein Gitterableitwiderstand von 1...2 MΩ tritt, so ist die erhebliche Steuerleistung, die ein Transistor in einer solchen Schaltung benötigt, deutlich ersichtlich. Trennschärfe und Empfangsempfindlichkeit sind daher nur gering.

Justierung der Kristalltriode

Ist die Versuchsanordnung fertig aufgebaut, so geht man ganz systematisch vor:

1) Der Schalter liegt auf b. Taste S 2 ist geöffnet. Damit liegt ein Kopfhörer in Reihe mit dem Transistoreingang. Der Hörer soll zweckmäßig niederohmig sein (200...300 Ω), jedoch genügt auch ein normaler hochohmiger Hörer. Nun wird der Ermitter des Versuchstransistors auf eine empfindliche Kristallstelle gebracht, so daß möglichst lauter Empfang hörbar wird. Dann wird S 2 geschlossen.

2) Das Potentiometer P steht auf Spannung Null. Mit S 3 wird nun in Stellung a ein 4000-Ω-Kopfhörer in den Collectorkreis gelegt. Dann tastet man sich mit der Collectorspitze so dicht wie möglich an den Emitter heran, ohne jedoch einen Kurzschluß hervorzurufen. Nach jeder Einstellung dreht man das Potentiometer P auf, um zu prüfen, ob Empfang hörbar wird.

Gelingt das nach verschiedenen Tastversuchen nicht, so wird der Emitter auf einen anderen Punkt eingestellt, und man sucht erneut seine nächste Umgebung mit der Collectorspitze ab. Nach mehrmaligen wechselseitigen Versuchen gelingt es schließlich, den Sender hörbar zu machen. Wenn das Potentiometer P auf Spannung Null zurückgedreht wird, dann verschwindet der Empfang fast völlig. Auf den Collectorstrom wird also nun eine deutliche Steuerwirkung vom Emitterkreis her ausgeübt. Der Abstand beider Spitzen ist dabei meistens so gering, daß er mit bloßem Auge nicht mehr wahrgenommen wird. Wäre es beim Bleiglanz möglich, die Betriebsspannung ähnlich hoch wie beim Germanium einzustellen, so ließen sich schon ganz ordentliche Gleichstromleistungen steuern. Ob nun aber wirklich eine Verstärkung vorliegt, und wie groß die gewonnene Leistung ist, läßt sich nur durch Messung nachweisen (von Schwingversuchen sei hier abgesehen).

Leistungsmessung

Zur Messung wählt man zweckmäßig eine Sendezeit, in der ein Meßton ausgestrahlt wird. Wer über einen Meßsender verfügt, wird diesen natürlich benutzen; jedoch ist große Vorsicht dabei nötig. Schon durch einen Spannnungsstoß beim Einschalten kann die gelungene Einstellung vernichtet werden.

1. Die Nutzspannung des normalen Detektorkreises wird mit einem sehr empfindlichen und hochohmigen Nf-Röhrenvoltmeter in Schalterstellung a an den Meßbuchsen E ermittelt. Die Eingangsleistung am Transistor ergibt sich dann nach Formel (2) zu

$$N_e = \frac{u_e^2}{R_e}$$

N_e = Leistung in Watt
R_e = Widerstand im Meßkreis (6000 Ω)
u_e = Wechselspannung an R_e

Im Collectorkreis wird durch Betätigen des Schalters S_3 gehörmäßig die größte Lautstärke eingestellt. An den Meßbuchsen A wird dann die Ausgangsspannung gemessen. Die Ausgangsleistung kann nach Formel (2) ermittelt werden:

$$N_a = \frac{u_a^2}{\mathfrak{R}_a}$$

N_a = Leistung in Watt
$\mathfrak{R}_a$ = Am Übertrager eingestellte Impedanz
u_a = Spannung an $\mathfrak{R}_a$

3. Der Leistungsgewinn oder die Leistungsverstärkung wird nach der weiteren Formel errechnet:

$$G = \frac{N_a}{N_e} \quad (3a)$$

G = Leistungsverstärkung
N_a = Ausgangsleistg. in W
N_e = Eingangsleistg. in W

Nach Einsetzen von Formel (2) erhält man:

$$G = \frac{R_e}{\mathfrak{R}_a} \cdot \left(\frac{u_a}{u_e}\right)^2 \quad (3b)$$

$\frac{u_a}{u_e}$ stellt ein Spannungsverhältnis dar.

Werden beide Werte mit dem gleichen Spannungsmesser gemessen, so braucht er nicht absolut geeicht zu sein.

Die Ergebnisse

Mit dem angegebenen Versuchsaufbau ließ sich ohne größere Schwierigkeiten eine mehrfache Leistungsverstärkung einstellen. Die Stromverstärkung lag stets unter 1 (etwa bei 0,4 bis 0,5). Die Spannungsverstärkung war zur Erzielung solcher Leistungen entsprechend größer. Es lassen sich zweifellos recht gute Werte finden — nach Hogarth soll bis zu 150fache Spannungsverstärkung möglich sein — allerdings ist dann die Anordnung meistens sehr labil. Danach erscheint der Bleiglanztransistor in recht günstigem Licht. Der praktischen Anwendung ist jedoch durch das rasche Ermüden des Kristalls eine Grenze gesetzt.

Wolfram Friebe

Literatur:

ETZ 71 (1950), Halbleitertagung in Reading vom 10. bis 15. Juli 1950.

Fernstudium im Sommer?

Soll man studieren, wenn der See zum Bade lockt, die grünen Wälder zu Ausflügen, die Berge zu Wanderungen und Klettereien einladen? Ist das Fernstudium nicht höchstens etwas für den Winter?

Sie finden die Antwort selbst, wenn Sie die nachstehenden Zeilen lesen:

Durch Ihren Radio-Fernkurs tatkräftig unterstützt, konnte ich mich auf meine Rundfunk - Mechaniker - Prüfung vorbereiten. Die Art des Erklärens und der Stoffverarbeitung finde ich gut gelöst und in den Grundthemen vollständig. Alles in allem bin ich sehr zufrieden mit Ihren Lehrbriefen, die mich in der Ausbildung ein schönes Stück vorwärts gebracht haben und wohl auch noch weiter bringen werden.

Ferd. Knussmann, Mainz

Auch Sie wollen doch weiter, wollen durch gründliches Studium der Radiotechnik den Grund für eine Betätigung in der Elektronik, im Fernsehen, in der Elektroakustik oder auf einem der vielen Teilgebiete der Hochfrequenztechnik legen. **Studieren Sie den Radio-Fernkurs System Franzis-Schwan!** Alle zwölf Lehrbriefe, das Studienmaterial für ein ganzes Jahr, sind sofort lieferbar. Nützen Sie die erhebliche Preisermäßigung, die Ihnen als FUNKSCHAU-Leser zusteht! Dann brauchen Sie im Monat nur 2.80 DM aufzuwenden.

Die handlichen Lehrbriefe des Radio-Fernkurs Systems Franzis-Schwan können Sie auch im Sommerurlaub bei sich führen: so können Sie manche verregnete Stunde für Ihr berufliches Fortkommen nützen.

Prospekte und Muster-Lehrbrief von der **Fernkurs-Abteilung des FRANZIS-VERLAGES**, München 22, Odeonsplatz 2.

*

Über den in Vorbereitung befindlichen **Fernseh-Fernkurs** (bearbeitet von Doktor Fritz Bergtold) erfolgen an dieser Stelle in Kürze nähere Mitteilungen.

Elektronische Musik

Das voll-elektronische amerikanische Musikgerät „Solovox"

Elektronische Musikinstrumente beginnen sich zu einem wichtigen Gebiet der Elektroakustik auszuweiten. Sowohl der Entwicklungs-Ingenieur als auch der Werkstattpraktiker tun gut daran, sich mit der Schaltungstechnik dieser Geräte zu befassen. Aufsätze über elektronische Musikinstrumente brachten wir bereits in der FUNKSCHAU 1951, Heft 10, Seite 186 und Heft 16, S. 315, sowie 1952 in Heft 8 auf S. 139. Heute werden Schaltungseinzelheiten des amerikanischen Musikgerätes „Solovox" beschrieben. Die Arbeit ist so ausführlich gehalten, daß sie als Anregung für eigene Versuche dienen kann, aber auch als Reparaturunterlage, falls einer unserer Leser ein „Solovox" in die Hände bekommen sollte.

Unter der Bezeichnung „Solovox" wird von der Hammond Instrument Company, Chicago, ein elektronisches Musikinstrument gebaut, das im Gegensatz zur Hammond-Orgel nur für monophones Spiel (d. h. es erklingt immer nur ein Ton auf einmal) eingerichtet ist. Meist wird es in Verbindung mit einem Piano verwendet und die Tastatur wird so befestigt, daß die linke Hand des Spielers auf dem Piano die Begleitung spielt, während er mit der rechten Hand auf der gleich gestalteten Tastatur des „Solovox" die Melodie spielen kann.

Das Blockschaltbild des Gerätes ist in **Bild 1** wiedergegeben. Ein Haupt-Oszillator wird durch 35 Tasten im Bereich von drei Oktaven abgestimmt. Eine besondere Schaltung sorgt für eine ständige rasche Frequenzänderung, um auf diese Weise ein Vibrato zu erzeugen, das den typischen Solovox-Klang ergibt. Es folgt dann ein dreiteiliger Frequenz-Teiler, mit dem der Klangcharakter durch Veränderung der Obertöne beeinflußt werden kann. Auf diese Weise kann das Gerät auf Sopran, Alt, Tenor oder Baß geschaltet werden. Jeder dieser Klangcharaktere oder eine beliebige Kombination kann auf die Eingangsleitung des Vorverstärkers geschaltet werden, dem eine Gegentakt-Regelstufe folgt. In dieser Regelstufe kann mit einem Knie-Regler die Lautstärke reguliert werden. Schließlich folgt noch eine leistungsfähige Endstufe mit einem guten Lautsprecher.

Der Haupt-Oszillator

Die Schaltung des Haupt-Oszillators zeigt **Bild 2**. Der Ausgang der ersten Triode Rö 1a arbeitet in Widerstandskopplung auf die zweite Triode Rö 2a. Der Ausgang dieses Systems ist auf das Gitter der ersten Triode zurückgekoppelt. Diese Schaltung schwingt völlig einwandfrei. Die Frequenz der Schwingungen wird durch die zwischen Gitter und Masse der ersten Triode befindlichen Kondensatoren und Spulen bestimmt, die durch die Tastatur eingeschaltet werden. Dem Haupt-Abstimmkondensator C 1 sind für die Feinabstimmung noch C 2, C 3 und C 4 parallel geschaltet. Die musikalische „Stimmung" des Gerätes wird durch zweimal sechs Kondensatoren über zwei Stufenschalter vorgenommen, wodurch eine Grob- und Feinregulierung möglich ist. Dieser vielleicht etwas groß erscheinende Aufwand ist erforderlich, um ein musikalisch wirklich befriedigendes Zusammenspiel mit anderen Instrumenten zu gewährleisten.

Die Induktivitäten werden über die Tasten gesteuert und ermöglichen es, mit dem Oszillator drei Oktaven im Frequenzbereich von 523 bis 3951 Hertz zu bestreichen. 36 kleine Spulen, von denen jede einen verschiebbaren Eisenkern für die genaue Einstellung besitzt, sind hintereinandergeschaltet, wobei sich jeweils zwischen zwei Spulen der durch die Taste betätigte Schalter befindet. Wenn die niedrigste C-Taste gedrückt wird, dann schließt sich kein Schalter und der Oszillator schwingt auf der niedrigsten Frequenz. Da aber dieser niedrigste Ton ständig vom Oszillator erzeugt wird, auch wenn keine Taste gedrückt ist, sorgt eine besondere Regeleinrichtung, die später beschrieben wird, dafür, daß in diesem Fall der Verstärker blockiert wird. Wird jedoch die höchste Taste gedrückt, so sind alle Spulen bis auf eine geerdet und der Oszillator schwingt auf der höchsten Frequenz. Es ist also niemals möglich, mehr als einen Ton zu erzeugen, selbst wenn versehentlich einmal zwei Tasten gedrückt werden. Stets wird nur der höchste Ton zu hören sein.

Der Vibrato-Kreis verwendet die beiden noch freien Trioden-Systeme. Das System Rö 2b ist als 6-Hz-Generator geschaltet und arbeitet auf Rö 1b. Dieses System erhält nur eine Anodenspannung von 10 Volt, die von der Katode des Frequenzteilers abgenommen wird (vgl. **Bild 3**). Auf diese Weise arbeitet Rö 1b ähnlich wie eine Schaltröhre und läßt entsprechend der von Rö 2b erzeugten Frequenz von 6 Hz den Anodenstrom sechsmal in der Sekunde fließen und wieder aussetzen. Wenn der Vibrato-Schalter eingeschaltet ist, liegen die beiden Kondensatoren von 400 pF und 800 pF parallel und über Rö 1b an Erde. Da sie aber auch parallel zu der Schwingkreis-Induktivität liegen, bewirken sie bei jedem Stromdurchgang durch Rö 1b eine geringe Frequenzänderung, die sich akustisch als Vibrato bemerkbar macht. Ist der Vibrato-Schalter jedoch geöffnet, so liegt immer noch der Kondensator von 400 pF parallel zum Kreis und der eben beschriebene Vorgang spielt sich in grundsätzlich gleicher Weise ab, nur daß das Vibrato jetzt erheblich schwächer ist. Dieses kleine „Grund-Vibrato" ist erforderlich, da der konstante elektronische Ton so „vollkommen" wäre, daß er vom Ohr als zu hart empfunden würde.

Die Frequenz-Teiler

Frequenz-Teiler werden grundsätzlich in jedem elektronischen Musikinstrument verwendet. Beim Solovox kommt man mit einem

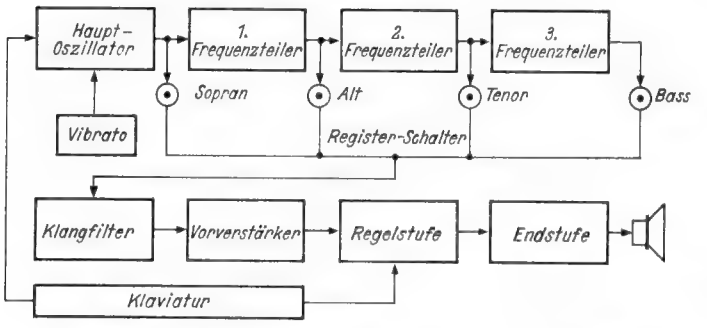


Bild 1. Blockschaltbild des „Solovox"

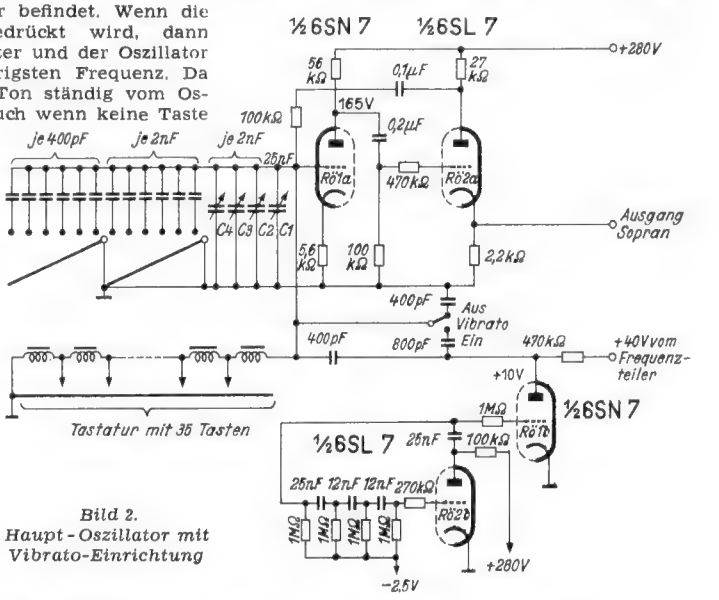


Bild 2. Haupt-Oszillator mit Vibrato-Einrichtung

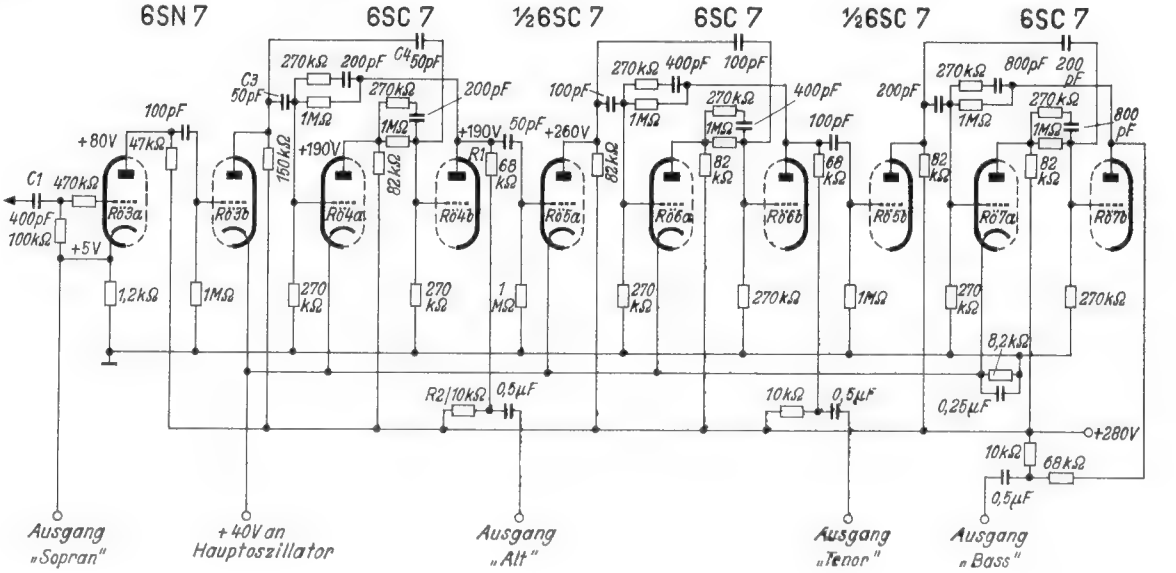
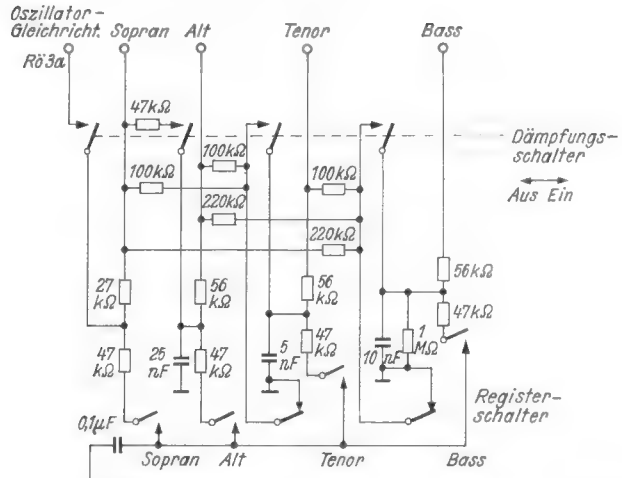


Bild 3. Frequenz-Teiler



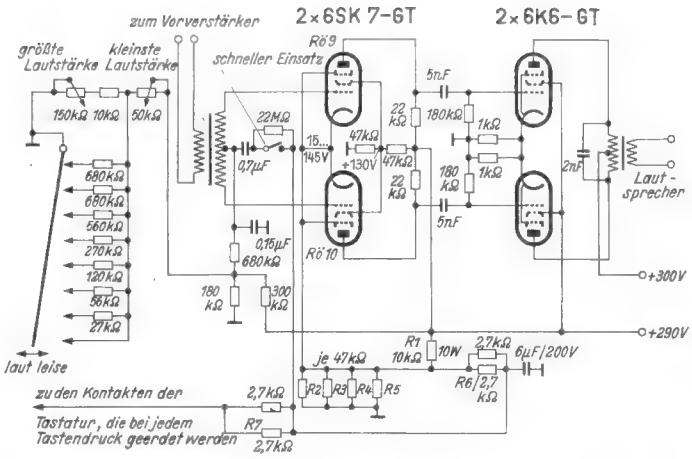


Bild 5. Regelverstärker und Endstufe

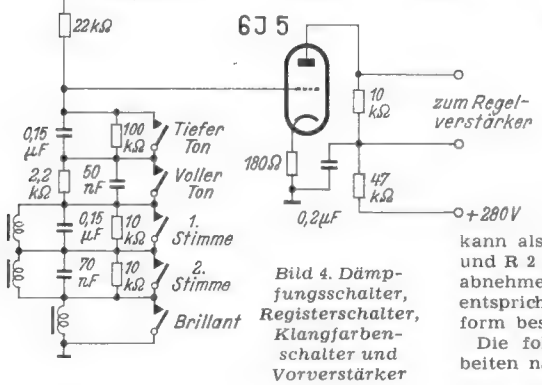


Bild 4. Dämpfungsschalter, Registerschalter, Klangfarbenschalter und Vorverstärker

einzigen Satz von drei Frequenzteilern aus, von denen jeder innerhalb des Bereiches der drei erfaßten Oktaven arbeiten muß. Um diese Forderung zu erfüllen, weisen sie keine ausgesprochene Frequenz-Selektivität auf und arbeiten nach dem Prinzip des nicht-schwingenden Multi-Vibrators.

Bild 3 zeigt die Schaltung des Frequenz-Teiler - Satzes. Die Röhre Rö 3a arbeitet als Gleichrichter für die Ausgangsspannung des Haupt - Oszillators. Das Gitter dieser Röhre ist über den Kondensator C 1 mit der Anode des Oszillators gekoppelt. Die Kurvenform der Oszillatorspannung ist annähernd symmetrisch und enthält ungerade Harmonische, die im Klang einem gedämpften Instrument oder einer gestopften Trompete ähneln. Am Ausgang von Rö 3a ist die Symmetrie verschwunden und es treten sowohl gerade als auch ungerade Harmonische auf.

Rö 3b ist ein Impuls-Gleichrichter. Bei normalen Anodenströmen in den Frequenzteilern liegt die Katode von Rö 3b auf einem positiven Potential von + 40 Volt. Auf diese Weise ist das Gitter sehr hoch negativ vorgespannt und negative Eingangsimpulse haben keinen Einfluß, während positive Impulse den Anodenstrom erhöhen und auf diese Weise „negative Impulse" an der Anode von Rö 3b entstehen.

Der erste Frequenz-Teiler wird durch die Röhre Rö 4 mit den Systemen a und b gebildet. Im Ruhezustand ist immer eines der beiden Systeme gesperrt, während das andere Strom führt. Wenn von der Treiberröhre Rö 3b ein negativer Impuls ausgeht, so gelangt er über die beiden Kondensatoren C 3 und C 4 an die Gitter von Rö 4. Dieser Impuls hat aber keine Wirkung auf das gerade gesperrte System, beispielsweise Rö 4a. Bei dem anderen System dagegen, wird ein positiver Impuls an der Anode auftreten. Über einen in der Anodenleitung befindlichen RC-Zweig gelangt dieser Impuls an das Gitter von Rö 4a. Dadurch wird aber an der Anode dieses Systems ein negativer Impuls auftreten, der über ein anderes RC-Glied an das Gitter von Rö 4b gelangt und sich hier zu dem Signal-Impuls addiert. In kurzer Zeit wird auf diese Weise Rö 4b wegen der ständig steigenden negativen Gitterspannung gesperrt sein, während im Gegensatz hierzu der Anodenstrom von Rö 4a ständig zunimmt. Damit kehrt sich aber der ursprüngliche Zustand um, das vorher stromlose System führt jetzt Strom, das andere ist gesperrt und die ganze Schaltung ist wieder stabil.

Auf diese Weise sind also zwei Eingangsimpulse erforderlich, damit die gesamte Röhre Rö 4 einen vollen Wechsel ausführt und in den Ausgangspunkt zurückkehrt. Man kann also an der Verbindungsstelle von R 1 und R 2 eine mit „Alt" bezeichnete Spannung abnehmen, die der halben Oszillatorfrequenz entspricht und nahezu rechteckige Kurvenform besitzt.

Die folgenden beiden Frequenzteiler arbeiten nach dem gleichen Prinzip.

Die Wahl der Klangfarbe

In **Bild 4** sind zwei Schalteinheiten zusammengefaßt, und zwar stellt der obere Teil das „Register" des Solovox dar, während darunter die Schaltung der Klangregelung gezeichnet ist.

Die Register-Schalter haben zusammen mit dem Dämpfungsschalter eine doppelte Bedeutung. Die erste Aufgabe ist die Einschaltung des Sopran-, Alt-, Tenor- oder Baß-Registers. Das Instrument umfaßt hiermit insgesamt sechs Oktaven. Ist der Sopran - Schalter geschlossen, so werden die ersten drei Oktaven auf die Sammelleitung zum Verstärker gegeben. Schließt man den Alt-Schalter, so erscheint jede Note um eine Oktave tiefer, wodurch gewissermaßen eine weitere Oktave an das Instrument angefügt wird, und so geht es weiter bis zum Baß-Schalter.

Wie aus der Beschreibung des Frequenzteilers hervorgeht, hat die Ausgangsspannung symmetrische Wellenform, enthält also nur ungeradzahlige Harmonische. Ein besonderer Dämpfungs - Schalter erlaubt es, auch hier noch Veränderungen vorzunehmen. Um zu den Tönen des Baß - Registers geradzahlige Harmonische zufügen zu können, entnimmt man eine Teilspannung aus dem Tenor - Register, das ja die erste Harmonische (eine Oktave höher) des Baß - Registers darstellt, und fügt diese Spannung dem Baß - Register hinzu. Sie muß jedoch so klein sein, daß sie dem Ohr nicht als selbständige Oktave hörbar wird.

In der Stellung „Aus" des Dämpfungsschalters in Bild 4 erhält der Baß diese Teilspannung vom Tenor, der Tenor wiederum eine Teilspannung vom Alt und der Alt vom Sopran. Da aber keine höheren Töne als Sopran im Haupt-Oszillator erzeugt werden, bezieht der Sopran seine Teilspannung von dem ersten Gleichrichter aus Bild 3, an dessen Gitter auch geradezahlige Harmonische auftreten. Stehen die Dämpfungsschalter in der Stellung „Ein", so werden diese zusätzlichen Spannungen abgeschaltet und es erklingt der gedämpfte Ton ohne die geradzahligen Harmonischen.

Im unteren Teil von Bild 4 sind fünf in Reihe liegende Schalter für die eigentliche Klangregelung zu erkennen. Normalerweise sind sie geschlossen. Sie werden nur geöffnet, um die Klangfarbe in besonderer Weise einzustellen und zu verändern. Wird nur der Schalter „Tiefer Ton" geöffnet, dann werden die höheren Harmonischen über den Kondensator von 0,15 µF abgeleitet und auf diese Weise stark gedämpft. Wird dagegen nur der Schalter „Voller Ton" geöffnet, so beschränkt sich die Dämpfung im wesentlichen auf eine Abrundung der scharfen Ecken in der Wellenform. Die zu den Schaltern „1. Stimme" und „2. Stimme" gehörenden Kreise sind echte Resonanzkreise, die auf Frequenzen von 400 bzw. 800 Hz abgestimmt sind, während zu dem Schalter „Brillant" ein Hochpaß - Filter gehört, das einen besonders scharfen Ton ergibt.

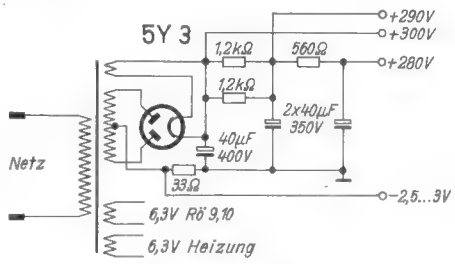


Bild 6. Netzteil

Der Regel-Verstärker

Die Regel - Stufe, deren Schaltung **Bild 5** zeigt, besteht aus zwei Pentoden in Gegentakt-Schaltung. Ihre Katoden sind mit einem Spannungsteiler verbunden, der aus fünf Widerständen R 1 bis R 5 besteht. Die normale Spannung in der Katodenleitung beträgt 145 Volt. Über R 6 und R 7 sind die Katoden noch mit einer Leitung verbunden, die bis zu den Tasten des Solovox führt. Sobald eine Taste gedrückt wird, wird diese Leitung geerdet, so daß sich also über den Spannungsteiler die Spannung an der Katode auf 45 Volt ermäßigt.

Interessant ist noch die Spannungsteiler-Schaltung im Gitterkreis, die durch eine Veränderung der Vorspannung eine Lautstärkeregulierung ermöglicht. Bei voller Lautstärke liegt am Gitter eine positive Vorspannung von 30 Volt gegenüber Erde. Da aber die Katode, wie oben gezeigt wurde, beim Niederdrücken einer Taste eine Spannung von 45 Volt gegenüber Erde besitzt, ergibt sich daraus eine negative Gittervorspannung von —15 Volt. Bei dieser Vorspannung arbeitet die Röhre normal. Wenn der Lautstärkeregler allmählich geschlossen wird, verkleinert sich die Spannung am Gitter immer mehr, so daß die Spannung gegenüber der Katode immer höher wird. Ist jedoch keine Taste gedrückt, so ist die Katode um 145 Volt vorgespannt und es ist ganz belanglos, wie der Lautstärkeregler gerade steht, der Verstärker ist mit Sicherheit gesperrt.

Mit dem Schalter „Schneller Einsatz", ist es möglich, die Geschwindigkeit zu verändern, mit der sich das Absinken der Spannungsdifferenz Gitter-Katode beim Niederdrücken einer Taste am Gitter auswirkt.

Es ist ohne weiteres möglich, von dem Regelverstärker jede beliebige andere Endstufe aussteuern zu lassen. In Bild 5 wurde die spezielle Endstufe des Solovox nur deshalb wiedergegeben, um Reparaturen an den im Gebrauch befindlichen Originalgeräten zu erleichtern. Aus dem gleichen Grund ist in **Bild 6** der Netzteil mit allen Einzelteilwerten dargestellt. -ich-

Beseitigung der Mitnahme bei Schwebungssummern

Trotz der Einführung von RC-Generatoren [1] und ähnlicher Anordnungen [2] hat der Schwebungssummer seine Bedeutung als Niederfrequenzgenerator nicht verloren. Sein Hauptvorteil ist darin zu sehen, daß praktisch jeder beliebige Frequenzbereich ohne Unterteilung überstrichen werden kann, während bei RC-Generatoren ein Variationsverhältnis von 1 : 10 üblich ist und daher mehrere Bereiche erforderlich sind.

Zwei grundsätzliche Nachteile haften allerdings dem Schwebungssummer an. Einmal nimmt die Frequenzkonstanz mit fallender Frequenz ab, zum anderen sind die niedrigen Frequenzen durch Mitnahmeerscheinungen stark verzerrt. Die Frequenzkonstanz kann durch möglichst gleichartigen Aufbau der beiden zur Schwebungsbildung benutzten Oszillatoren auf einige Hz pro Stunde gebracht werden, was für die meisten im Niederfrequenzgebiet vorkommenden Messungen völlig ausreichend ist. Unangenehmer sind die durch Mitnahme bedingten Verzerrungen.

Man hat versucht, die Mitnahme durch sehr lose Kopplung, insbesondere durch die Verwendung von Mischröhren, für die

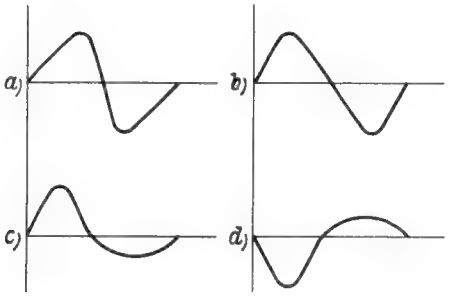


Bild 1. Verschiedene typische Kurvenformen bei Mitnahmeverzerrungen

Überlagerung [3] herabzusetzen. Weitere Maßnahmen sind der streng getrennte mechanische Aufbau und die gute Abschirmung der beiden Oszillatoren. Ferner legt man die Oszillatorfrequenzen so tief wie möglich, wobei jedoch eine Grenze durch die saubere Trennung von Ton- und Oszillatorfrequenz sowie durch die Vermeidung von Pfeifstellen gesetzt ist. Es ist in der Tat gelungen, bei Beachtung all dieser Punkte Schwebungssummmer für den Tonfrequenzbereich serienmäßig zu bauen, die bis etwa 30 bis 40 Hz herunter einigermaßen verzerrungsfrei arbeiten. Es kommt noch hinzu, daß in diesem Bereich auch bereits merkliche Verzerrungen durch die eingebauten Übertrager auftreten, so daß es besonders wichtig ist, eine unverzerrte Schwebungsfrequenz zu haben.

Trotz aller Vorsichtsmaßnahmen gelingt es aber eigentlich nie, die Mitnahme vollständig zu beseitigen. Alle handelsüblichen Schwebungssummer weisen daher einen bei tiefen Frequenzen beträchtlich ansteigenden Klirrfaktor auf. Die Mitnahme führt schließlich dazu, daß die Schwebungen abreißen, was u. U. die Nullpunkteinstellung erschwert. Je tiefer die Schwebungsfrequenz wird, um so mehr nehmen die Verzerrungen zu. **Bild 1** zeigt einige typische Kurvenformen von solchen verzerrten Schwebungsfrequenzen.

Geht man der Natur der Mitnahmeerscheinung auf den Grund, so bietet sich die Lösung dieses Problems eigentlich von selbst an. Die Mitnahme wird dadurch bewirkt, daß auf den verschiedensten Wegen Spannungen des einen Oszillators auf das Gitter des anderen gelangen. Bei großem Frequenzabstand beeinflussen solche Fremdspannungen den Oszillator nicht. Sind beide Frequenzen aber ungefähr gleich, so versucht die Fremdspannung, den Oszillator mitzuziehen oder zu synchronisieren, wie es von Kippgeräten her bekannt ist. Je kleiner der Frequenzabstand ist, um so kleinere Spannungen reichen aus, um eine solche Mitnahme hervorzurufen. Zwischen dem endgültigen Zustand der Mitnahme, in dem beide Frequenzen in den gleichen Takt gefallen sind, und dem Aufhören der Mitnahme bei großem Frequenzabstand liegt nun der unangenehme Zwischenbereich. In diesem treten die störenden Verzerrungen auf.

Es ist nun fast unmöglich, die verschiedenen Wege zu verfolgen, die die Spannungen von dem einen auf den anderen Oszillator nehmen. Es addiert sich eine Anzahl Kopplungen, die sich zum Teil aber auch, je nach Phasenlage, aufheben können. Es ist daher nicht einmal gesagt, daß die Mitnahme geringer wird, wenn man z. B. die Abschirmung verbessert oder die Kopplung an der Mischröhre herabsetzt. Auf alle Fälle steht fest, daß sich an jedem Punkt eines jeden Oszillators eine Fremdspannung, herrührend vom anderen Oszillator ergibt, die in bezug auf ihren Ursprung in Amplitude und Phase festliegt. Wenn es also gelingt, auf einem anderen Wege eine zu dieser Fremdspannung gleich große, aber um 180° phasenverschobene Spannung aus dem gleichen Oszillator hinzuzufügen, dann muß die gesamte Fremdspannung Null werden und die Mitnahme hört auf.

Eine solche Neutralisation der Mitnahmespannungen ist auf einfache Weise möglich [4]. In der Praxis kommt es darauf an, Amplitude und Phasenlage so einzustellen, daß eine weitgehende Kompensation der Mitnahmespannung eintritt. Eine Anordnung nach **Bild 2** hat sich bestens bewährt. Jeder Oszillator besitzt eine zusätzliche Wicklung aus wenigen Windungen, die über ein RC-Glied mit veränderlichen Werten verbunden werden.

Die Wirkungsweise der Schaltung ist leicht zu erkennen. Wird die Mitnahme beim Zusammenschalten größer, dann stimmen Phasenlage und Amplitude nicht. Durch Umpolen einer Wicklung ergibt sich eine Phasenverschiebung um 180°, wobei dann meist die Richtung stimmt und zum endgültigen Ausgleich die Regelung von R und C genügt. Es ergeben sich dabei ganz charakteristische Kurvenformen. Man kann z. B. so einstellen, daß sich gemäß Bild 1 a die Kurve nach rechts oder gemäß Bild 1 b nach links neigt. Dazwischen gibt es einen stetigen Übergangs-

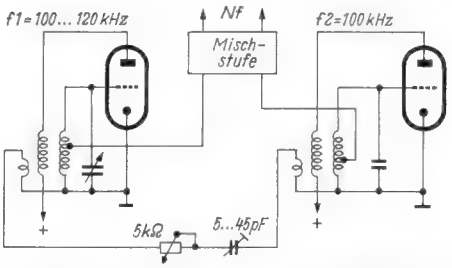


Bild 2. Schaltung zur Beseitigung der Mitnahme bei Schwebungssummern

bereich. Andererseits sind Einstellungen nach Bild 1 c und Bild 1 d möglich. R und C werden solange verändert, bis sich eine gute Symmetrie ergibt. Dabei ist es dann möglich, mit der Schwebungsfrequenz immer weiter nach unten zu gehen.

Eine Beeinflussung der Schwebungsfrequenz bei großem Frequenzabstand ist nicht zu erwarten, da einerseits bei großem Frequenzabstand die Beeinflußbarkeit ohnehin gering ist, andererseits bezogen auf die Oszillatorfrequenz die Frequenzänderung immer noch relativ klein bleibt, so daß sich Amplitude und Phasenlage in dem überstrichenen Frequenzbereich nur unwesentlich ändern.

Die Einstellung von R und C erfolgt mit Hilfe eines Oszillografen. Die Meßspannung soll nach Möglichkeit v o r dem Ausgangsübertrager des Schwebungssummers abgenommen werden, um eine Verfälschung der Kurven durch Eisenverzerrungen zu vermeiden.

Auch in fertige Schwebungssummer kann die dargestellte Anordnung nachträglich eingebaut werden. Oft genügt es schon, das RC-Glied von Anode zu Anode der Oszillatoren oder von Anode des einen zum Gitter des anderen Oszillators zu schalten. Gelingt die Kompensation dann nicht, müssen in der Nähe der Oszillatorspulen oder direkt auf diesen kleine Kopplungswicklungen angebracht werden, die gemäß Bild 2 zusammenzuschalten sind.

Durch die Neutralisation gelingt es fast immer, Schwebungsfrequenzen bis herab zu einigen Hertz in nahezu reiner Sinusform zu erzeugen. Herbert Lennartz

Literatur:

1. K. Bucher, TFT 31, Seite 307 bis 313 (1942).
2. A. Hershler und B. Corlien, Electronics, August 1952, Seite 134...135.
3. U. Bab und Th. Schultes, EMT 11, S.113 (1934).
4. H. Boucke, Deutsche Patentanmeldung 1941.

Universal-Prüfsender für die Empfängerfertigung

Hauptgesichtspunkte für die Entwicklung von Prüf- und Meßgeräten für die Rundfunkfertigung sind: Benutzung durch angelernte Arbeitskräfte, ständige Betriebsbereitschaft, insbesondere während der Saison, Anpassungsfähigkeit an die verschiedenen Gerätetypen und Herabsetzung der Ausfallzeiten auf ein Minimum bei Störungen.

Dem ersten Punkt ist durch übersichtliches Äußeres und einfache Handhabung Rechnung zu tragen. Erfahrungen mit seither im Betrieb verwendeten Prüfeinrichtungen gaben dem Verfasser Anlaß, den zweiten Punkt ganz besonders zu berücksichtigen. Es wurden Standardformen für Nf-Generatoren und Hf-Schwingstufen entwickelt. Die mit Steckerstiften versehenen Einheiten gestatten bei Ausfall durch Störungen oder bei Umstellung auf eine andere Gerätetype (z. B. mit mehreren Mittelwellen- oder gespreizten Kurzwellen-Bereichen) das betreffende Prüfgerät durch einfaches Auswechseln der Standardeinheiten in kürzester Zeit wieder betriebsbereit zu machen. Da Nf- und Hf-Generatoren Hauptbestandteile der meisten Prüfeinrichtungen sind, können sie in den verschiedensten Geräten Verwendung finden.

Ein nach diesen Grundsätzen aufgebauter Universal-Prüfsender wird im folgenden beschrieben.

Die Schaltung (Bild 1)

Die Hf-Spannung wird im Triodenteil einer Röhre ECH 42 erzeugt. Die etwas abgewandelte Schaltung nach Pierce hat sich gut bewährt. Die Kapazitätswerte von C 1 und C 2 wurden für jeden Quarz gesondert empirisch bestimmt, die Kurvenform mit dem Katodenstrahl-Oszillografen kontrolliert und auf sicheres Anschwingen geachtet. Die Modulation erfolgt im Hexodenteil, dem die modulierte Hf-Spannung rückwirkungsfrei entnommen wird. Die Amplitude der Hf-Spannung wurde bei allen Stufen durch geeignete Gitterableitwiderstände der Trioden auf gleiche Größenordnung eingestellt. Die Spannung wird über einen Grob- und einen Feinregler und eine eingebaute künstliche Antenne an die Ausgangsbuchse geführt.

Die wahlweise Einschaltung der einzelnen Frequenzen erfolgt mittels zweipoliger Drucktastenschalter in den Katodenleitungen und Nf-Zuführungen der einzelnen Einheiten. Da bei der serienmäßigen Abstimmung von Empfängern keine genau definierten Hf-Spannungen erforderlich sind, sondern die Empfindlichkeitsgrenzwerte dem Prüfer als Schalter- bzw. Potentiometerstellung angegeben werden, wurde auf besondere Feinheiten bei der Regelung verzichtet. Zur Kontrolle der Senderstufen dient ein Röhrenvoltmeter mit einer

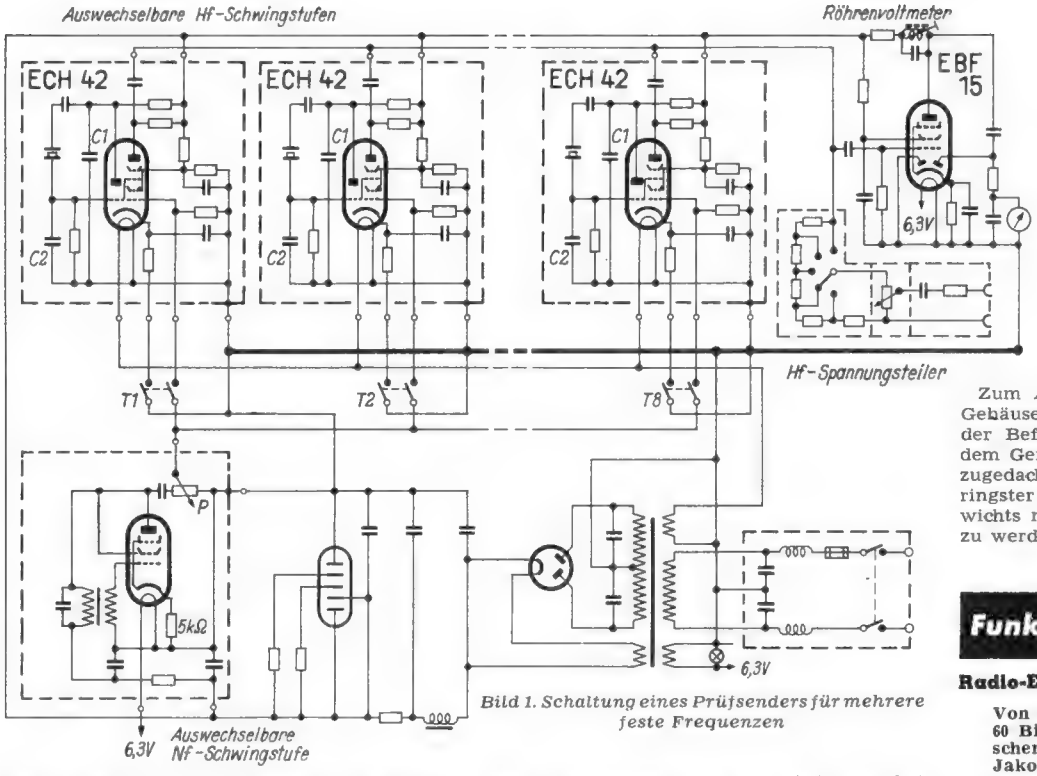


Bild 1. Schaltung eines Prüfsenders für mehrere feste Frequenzen

Röhre EBF 15. Die zu messende Spannung wird zunächst im Pentodensystem verstärkt und dann mittels einer Diodenstrecke gleichgerichtet und am Instrument angezeigt. Der in der Anodenleitung liegende abgestimmte Kreis verhindert den Verstärkungsabfall bei hohen Frequenzen; dadurch wird auch bei diesen ein Ausschlag am Anzeigeinstrument erreicht. Als Induktivität dient eine 10,7-MHz-Bandfilterspule.

Die Modulationsspannung wird in einer einfachen Rückkopplungsstufe mit einer als Triode geschalteten Röhre EF 11 erzeugt. Mit dem Katodenwiderstand wird eine hinreichend genaue Sinuskurve erreicht. Die Modulationsfrequenz beträgt etwa 400 Hz. Am Potentiometer P wird für alle Stufen ein mittlerer Modulationsgrad von 30 % eingestellt.

Der Netzteil ist normal geschaltet. Sorgfältige Verdrosselung des Netzes und ausreichende Siebung und Stabilisation der Gleichspannung sind für jedes Prüfgerät selbstverständlich. Für die Schwingstufen ist ein besonderer Heizkreis vorgesehen.

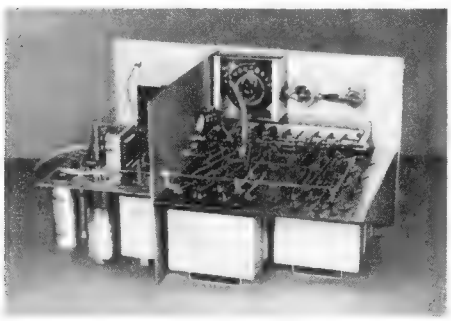


Bild 2. Ansicht des Senders von unten, Deckel des Stufenschalter-Gehäuses entfernt, Abschirmung der künstlichen Antenne an der Ausgangsbuchse ebenfalls

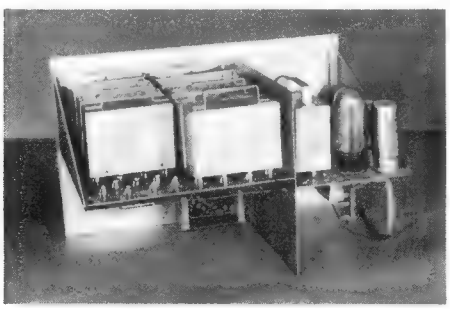


Bild 3. Sender aus dem Gehäuse gezogen, Ansicht von oben

Bild 4. Frontansicht des Prüfsenders

Der Aufbau

Frontplatte und Montage- bzw. Kontaktplatte sind nach **Bild 2** zu einem Bauteil vereinigt. Netz- und Nf-Teil sind durch eine Trennwand gegen den Hf-Teil abgeschirmt. Die Trennwand trägt ferner die Voltmeter-Röhre, deren Sockelanschlüsse in den Hf-Teil ragen. Die Kontaktplatte bietet Raum für acht Schwingstufen **(Bild 3)** Unter Zuhilfenahme weniger Oberwellen bestreichen die Eichfrequenzen die gesamten Rundfunkwellenbereiche außer dem UKW-Bereich. Nf-Generator und Hf-Schwingstufen sind in einheitlichen, handlichen Gehäusen untergebracht.

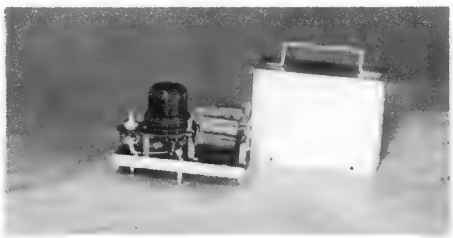


Bild 5. Nf-Generator; rechts Nf-Übertrager 1:1, links Potentiometer für den Abgriff der Modulationsspannung

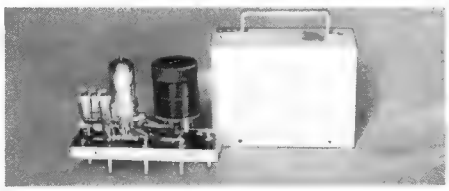


Bild 6. Hf-Schwingstufe mit Röhre und Schwingquarz

Die Kontaktstifte sind unsymmetrisch angeordnet, um falsches Einstecken unmöglich zu machen.

Die Frontplatte **(Bild 4)** zeigt deutlich die Trennung im Aufbau. Links befinden sich von unten nach oben Netzschalter, Sicherung und Kontrollämpchen, rechts oben Hf-Kontrollanzeige, darunter Drucktasten, Grob- und Feinregler und Hf-Ausgangsbuchse. Diese zweckmäßige Anordnung wurde durch Beobachtung der Griffe gefunden (der Prüfsender wird allgemein mit der linken Hand bedient, mit der rechten Hand werden Trimmer und Spulenkerne verstellt). **Bild 5** zeigt den Aufbau des Nf-Generators, **Bild 6** den einer Hf-Schwingstufe.

Zum Auswechseln der Steckkästen ist der Gehäusedeckel des Senders nach dem Lösen der Befestigungsschrauben abzunehmen. Da dem Gerät möglichst wenig Ortsveränderung zugedacht ist, brauchte auf Einhaltung geringster Abmessungen und niedrigen Gewichts nicht unbedingt Rücksicht genommen zu werden.

Gerhard Otto

Funktechnische Fachliteratur

Radio-Empfängerbau

Von Werner W. Diefenbach. 48 Seiten mit 60 Bildern. 2. Aufl. Band 102 der „Deutschen Radio-Bücherei." Preis DM 2.—, Jakob Schneider Verlag, Berlin-Tempelhof.

Das Bändchen bietet einen kurzgefaßten Einblick in die Schaltungstechnik und den stufenmäßigen Aufbau von Radio-Empfängern, wobei Fragen der Einzelteileanordnung, der Verdrahtung, des Einbaues von Widerständen, Kondensatoren usw. behandelt werden.

Tönende Schrift

Von Heinrich Kluth. 72 Seiten mit 23 Bildern. 2. Aufl. Bd. 57 der „Radio-Praktiker-Bücherei." Preis: 1.40 DM. Franzis-Verlag, München.

Dem in seiner Alltagsarbeit eingespannten Techniker tut es gut, den Blick auch einmal nach rückwärts zu lenken, nicht um überheblich festzustellen, wie herrlich weit wir es gebracht haben, sondern um zu erkennen, daß seine Vorgänger genau so hart und schwierig mit den damaligen Problemen gerungen haben. — Heinrich Kluth, der sich seit mehr als vierzig Jahren mit der Tonaufzeichnungstechnik befaßt, plaudert darüber recht anregend in diesem neuen RPB-Bändchen. Die Entwicklung der drei großen Gruppen: Nadelton, Lichtton und Magnetton wird in treffenden Skizzen von den Anfängen her geschildert, wobei viele persönliche Erinnerungen an die maßgebenden Erfinder eingeflochten werden. Allen Freunden der Elektroakustik und auch allen denen, die sich für die viel zu wenig beachtete Geschichte der Technik interessieren, sei dieses unterhaltende und belehrende Buch wärmstens empfohlen.

Li

AEG-Hilfsbuch

Herausgegeben von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft. 691 Seiten mit zahlreichen Bildern und Tabellen. 6. Aufl. Preis: Ganzleinen mit Goldpräg. 19,80 DM. Verlag W. Girardet, Essen.

Das gesamte vielseitige Arbeitsgebiet der AEG spiegelt sich in diesem Werk wider, das nicht nur ein Hilfsbuch, sondern fast ein Lehrbuch der praktischen Anwendung der Elektrotechnik geworden ist. Die neubearbeitete 6. Auflage soll wieder durch Tabellen, Kurven und Erfahrungswerte ein Nachschlagewerk für den Elektrohandwerker sein, dem Ingenieur bei der Projektierung von elektrischen Anlagen helfen und zur Unterrichtung des Fachnachwuchses dienen.

Das Buch behandelt ausführlich das Starkstromgebiet, und zwar Stromerzeugung und -verteilung und die verschiedenen Stromverbraucher, wie Motoren, Elektrowerkzeuge, Wärmegeräte und Leuchten. Daneben wird in Abschnitten wie über das Elektronenmikroskop und das Magnetophon auf typische AEG-Entwicklungen hingewiesen. Bei der immer enger werdenden Verflechtung aller Gebiete wird auch der Fernmeldetechniker und Elektroniker zu diesem Hilfsbuch greifen, wenn er sich z. B. über Antriebssteuerungen, Fernüberwachung und ähnliche Grenzgebiete informieren will.

Li.

Funktechnische Arbeitsblätter

DK 621.396.621.53

Sp 81

3 Blätter

Die Mischung im Überlagerungsempfänger

A. Die Mischverfahren

1) Additive Mischung

Nach Bild 1 werden dem Gitter der Mischröhre gleichzeitig die beiden einander zu überlagernden Frequenzen (Eingangsfrequenz f_e, Oszillatorfrequenz f_o) zugeführt. Die Spannungswerte dieser beiden Frequenzen addieren sich.

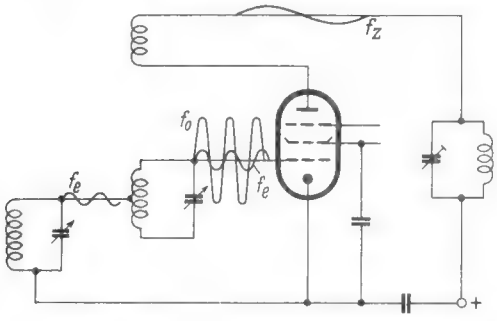


Bild 1. Prinzipschaltung der additiven Mischung

Den Mischvorgang erläutert Bild 2. Steht nur die Spannung u_o am Gitter (Fall a), so wird der Anodenstrom bis zum Wert i_a ausgesteuert. Liegen sowohl u_o als auch u_e am Gitter, so ist der ausgesteuerte Strom von der Phasenlage beider Spannungen zueinander abhängig. Die Frequenz beider Spannungen ist ja verschieden. Addieren sich die additiven Halbwellen (Fall b), dann wird der Strom bis i_b ausgesteuert. Überlagert sich der positiven Halbwelle von u_o die negative von u_e (Fall c), so steigt der Strom nur bis zum Wert i_c an. Die ohne Anwesenheit von u_e vollkommen gleichmäßige Impulsfolge wird also durch u_e moduliert. Eine modulierte Schwingung enthält aber stets neben der Trägerfrequenz die beiden Seitenbänder, deren Abstand von der Trägerfrequenz gleich der Modulationsfrequenz ist. Im UKW-Fall mit f_o = 100 MHz, f_e = 90 MHz bilden sich also: 100 MHz, 190 MHz und 10 MHz (die gewünschte Zwischenfrequenz).

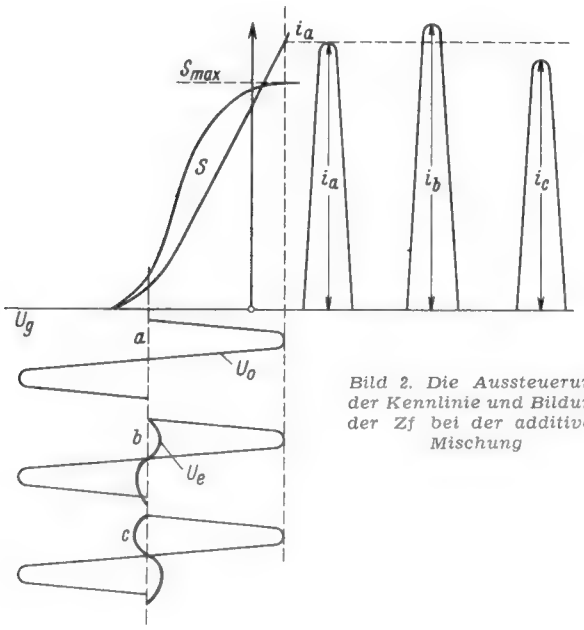


Bild 2. Die Aussteuerung der Kennlinie und Bildung der Zf bei der additiven Mischung

Man kann den Vorgang auch unter Zuhilfenahme von FtA Rö 31/1 erklären. Die Röhre wird gleichzeitig von zwei Frequenzen ausgesteuert. Dann treten bei Zerlegung der verzerrten Ausgangsspannung auf:

die Grundwellen,

die Harmonischen der Grundwellen,

die Kombinationsfrequenzen d. h. aber $f_o + f_e$ und $f_o - f_e$.

Mit $f_o - f_e$ erhält man die gewünschte Zwischenfrequenz.

Die Voraussetzung für das Funktionieren eines solchen Mischverfahrens ist also (s. a. Bild 2) das Vorhandensein einer nicht linear verlaufenden Kennlinie.

Man kann daher sogar ein Schaltelement mit nichtlinearer Kennlinie, z. B. eine Röhrendiode oder Kristalldiode, zur Mischung verwenden. Allerdings ist deren Mischverstärkung natürlich immer < 1. Um sich dem Grenzwert 1 möglichst weit anzunähern, ist es notwendig, den Stromflußwinkel klein zu halten, die Oszillatoramplitude also groß zu machen. Ferner soll der Leitwert des Zf-Kreises sehr klein gegenüber der mittleren Steilheit der Diodenkennlinie sein.

Die Prinzipschaltung einer solchen Diodenmischung zeigt Bild 3. Sie hat nur bei kürzesten Wellen Bedeutung. Hier ist sie aber wegen der kleinen Elektrodenabstände und der Möglichkeit, die beiden Anschlüsse der Diode induktivitätsarm auszubilden, besonders wertvoll.

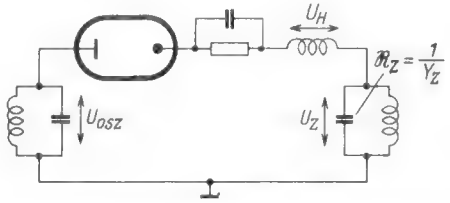


Bild 3. Prinzipschaltung einer additiven Mischung mit Diode

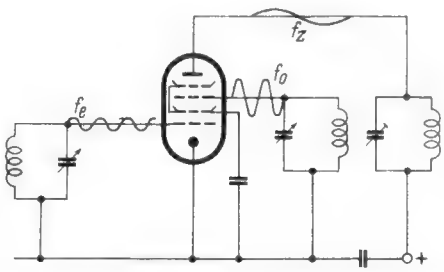


Bild 4. Prinzipschaltung der multiplikativen Mischung

2) Multiplikative Mischung

In Bild 4 ist die Prinzipschaltung für dieses Mischverfahren gezeigt. Eingangs- und Oszillatorspannung werden zwei getrennten Gittern zugeführt. Bei dem wichtigsten Röhrentyp, der für die multiplikative Mischung benützt wird, der Hexode, liegt das zweite Steuergitter zwischen zwei kapazitiv geerdeten Schirmgittern. Die Mischung erfolgt bei diesem Verfahren durch eine Doppelsteuerung des Elektronenstromes (Bild 4a). Ist die Spannung am Gitter 1 konstant, so erfolgt die Steuerung des Anodenstromes durch Gitter 3 längs einer der in Bild 4a gezeigten Kennlinien für u_{g1} = const. Der Strom wird immer bis zu einem festen Wert durchgesteuert. Im Betriebsfall, d. h. bei am Gitter 1 anliegender Eingangswechselspannung, erfolgt die Aussteuerung je nach der Phasenlage dieser Eingangsspannung auf einer strommäßig höher oder tiefer liegenden Kennlinie. Wie bei der additiven Mischung tritt auch hier eine Modulation des Anodenstromes durch u_e ein.

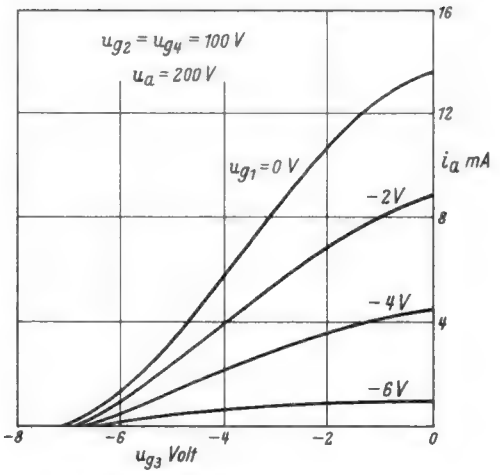


Bild 4a. Das Kennlinienfeld einer Doppelsteuerröhre (Hexode)

Der Ausdruck „multiplikative Mischung" ist folgendermaßen zu erklären: Der Anodenwechselstrom ist — in erster Näherung — proportional $(u_e \cdot \cos \omega_e t) \cdot (u_o \cdot \cos \omega_o t)$, also dem Produkt der beiden steuernden Wechselspannungen. Bei der multiplikativen Mischung entsteht dieses Produkt direkt[1]) (auch bei linearen Kennlinien) durch den Doppelsteuervorgang, bei der additiven nur infolge der Kurvenverzerrung auf Grund nichtlinearer Röhren-Charakteristik. Das Produkt kann nach den „Funktechnischen Arbeitsblättern" Mth 21/1 in eine Summe mit den Gliedern $\cos(\omega_o - \omega_e)$ und $\cos(\omega_o + \omega_e)$ zerlegt werden. $\omega_o - \omega_e$ bzw. $f_o - f_e$ ist die gewünschte Zwischenfrequenz.

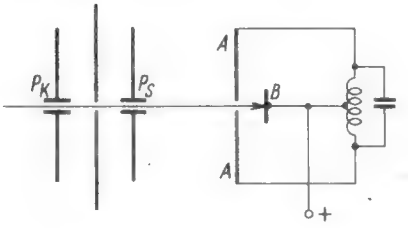


Bild 5. Prinzipschaltung einer Quersteuerröhre

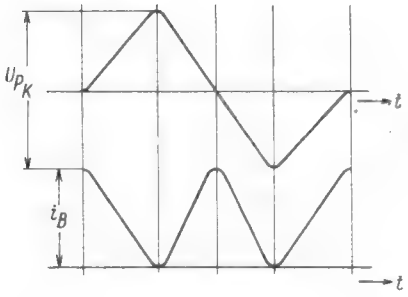


Bild 6. Der Steuervorgang in einer Quersteuerröhre

3) Quersteuerung

Nach Bild 5 wird ein scharf gebündelter Elektronenstrahl erzeugt. Mit Hilfe des Plattenpaares P_K kann er senkrecht zur Bewegungsrichtung ausgelenkt werden. Eine gleichartige Richtungsänderung kann durch das Plattenpaar P_S erzeugt werden. Beide Plattenpaare sind durch einen statischen Schirm voneinander getrennt. Der von den Spannungen an P_K und P_S gesteuerte Strahl trifft entweder auf die beiden Platten A oder die Platten B auf. Ändert sich z. B. an P_S die Spannung sinusförmig, so verläuft der Strom auf Platte B wie in Bild 6 gezeigt. Führt man nun sowohl P_K als auch P_S je eine Wechselspannung verschiedener Frequenz zu, so erhält man eine Doppelsteuerung und es wird, wie unter A_2, die gewünschte Zwischenfrequenz gebildet. Man koppelt sie wie in Bild 5 gezeigt aus, indem man den Zf-Kreis zwischen die Platten A und die Platte B legt. Man gewinnt so, wie bei jeder Gegentaktschaltung, die doppelte Spannung.

Die Verhältnisse sind hier nur sehr schematisch dargestellt. Nähere Einzelheiten siehe Schrifttum.

[1]) K. Steimel, Die Grundprinzipien der Hexoden, Telefunken-Zeitung 14, Nr. 65 (1933), 33/46.

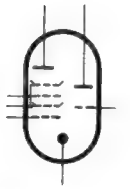


Bild 7. Aufbauschema einer Triode-Hexode

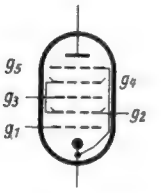


Bild 8. Aufbauschema einer Heptode

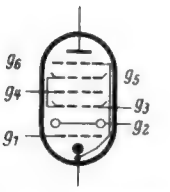


Bild 9. Aufbauschema einer Oktode

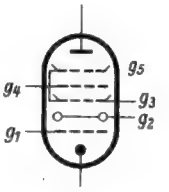


Bild 10. Aufbauschema eines Pentagrid-converters (z. B. 6 A 8)

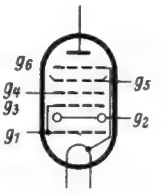


Bild 11. Aufbauschema einer vereinfachten Oktode (z. B. DK 40)

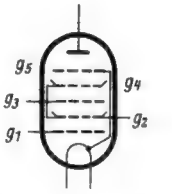


Bild 12. Aufbauschema einer vereinfachten Oktode (z. B. DK 91, 6 BE 6)

B. Die Ausführungsformen der Mischröhren

1) Multiplikativ

Die Hexode; sie wird gewöhnlich mit einer Triode — zur Erzeugung der Oszillatorfrequenz — zu einer Triode-Hexode ACH 1, ECH 11, ECH 42, ECH 81 kombiniert (Bild 7).

Die Heptode (Bild 8); sie enthält ein Hexodensystem und zusätzlich zwischen Schirmgitter (g_4) und Anode ein Bremsgitter. Durch dieses Bremsgitter wird wie in einer Pentode der Sekundärelektronenaustausch zwischen g_4 und Anode verhindert, der Innenwiderstand erhöht und unter Umständen der Rauschwiderstand der Röhre verkleinert.

Die Oktode (Bild 9) enthält ein Misch- und ein Oszillatorsystem, die beide hintereinandergeschaltet sind. Dadurch ergeben sich bestimmte Rückwirkungen der beiden Röhrenfunktionen aufeinander. Den einzelnen Elektroden in Bild 9 kommt folgende Bedeutung zu:

Katode, Steuergitter (Gitter des Oszillatorsystems), Schwinganode (Anode des Oszillatorsystems), 1. Schirmgitter, Steuergitter (Hf-Eingangsgitter), 2. Schirmgitter, Bremsgitter und Anode.

Vereinfachte Oktode, Pentagrid-converter Bild 10) entspricht der Oktode mit dem Unterschied, daß das äußerste Gitter der Oktode, das Bremsgitter weggelassen ist (z. B. 6 A 8).

Vereinfachte Oktode (z. B. DK 40) (Bild 11). Der Aufbau des Elektrodensystems ist hier folgender:

Heizfaden (Katode), Oszillatorgitter, Schwinganode, Gitter 3 mit dem Oszillatorgitter verbunden, Hf-Eingangsgitter, Schirmgitter, Bremsgitter, Anode. Charakteristisch gegenüber der normalen Oktode ist, daß Gitter 3 nicht als Schirmgitter betrieben, sondern mit Gitter 1 verbunden, also negativ vorgespannt ist und Oszillatorspannung führt. Der Grund zu dieser Maßnahme ist, daß man den Stromverbrauch (Fortfall eines stromziehenden Schirmgitters) verkleinern will. Außerdem wird erreicht, daß alle vor dem vierten Gitter umkehrenden Elektronen zur Schwinganode gehen, — das sonst vor dem Hf-Eingangsgitter liegende Schirmgitter fehlt ja. Bezogen auf gleichen Katodenstrom ist der Schwinganodenstrom hoch, d. h. gute Oszillatoreigenschaften bei sparsamem Stromverbrauch.

Vereinfachte Oktode, Pentagrid-converter (z. B. DK 91, 6 BE 6 (Bild 12). Die Röhre unterscheidet sich von der Oktode dadurch, daß Schwinganode und erstes Schirmgitter zu einem Gitter vereinigt sind. Der Oszillatorkreis liegt bei der Batterieröhre am ersten Gitter (Bild 13), die Rückkopplungsspule in der Schirmgitterzuleitung.

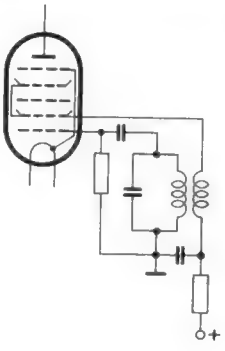


Bild 13. Schwingschaltung einer vereinfachten Oktode (Pentagrid-converter) (z. B. einer DK 91)

Nachdruck verboten!

B. Die Ausführungsformen der Mischröhren (Forts.)

Bei indirekt geheizten Röhren wendet man gewöhnlich die in Bild 13a gezeigte Schaltung an. Dabei liegt der Schwingkreis wieder am ersten Gitter, die Rückkopplung aber an der Katode. Die selbstschwingende Hexode (Bild 14). Wie bei Oktode und Pentagridröhre sind zwei Röhrenfunktionen in Reihe geschaltet.

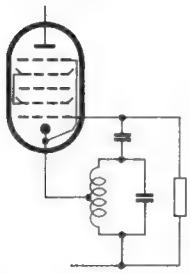


Bild 13 a. Schwingschaltung einer vereinfachten Oktode (Pentagrid-converter) z. B. einer 6 BE 6

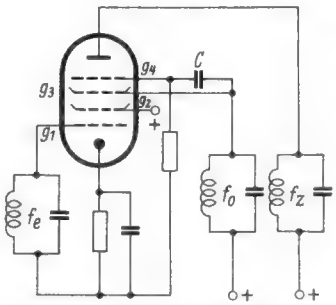


Bild 14. Schaltung einer selbstschwingenden Hexode

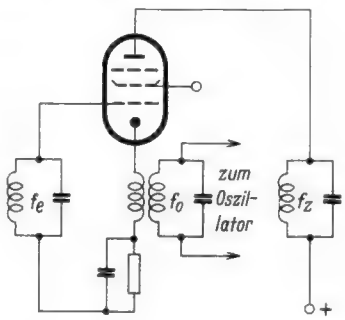
Bei Oktode und Pentagridröhre ist der Katode das Oszillatorsystem benachbart, dahinter — zur Anode zu — folgt das Mischsystem. Bei der selbstschwingenden Hexode wird der Strom zuerst durch die Spannung u_{fe} gesteuert. Das dafür notwendige System umfaßt als Tetrode: Katode, g_1, Schirmgitter g_2 und Anode. Die zweite Steuerung des Elektronenstromes erfolgt an g_4. Dieses Steuersystem besteht aus der virtuellen Katode zwischen g_3 und g_4, dem zweiten Steuergitter g_4 und der Anode.

Die Schwingungserzeugung ist in folgender Weise möglich: Verschiebt sich g_4 in poitiver Richtung, so nimmt i_{g3} ab (i_a nimmt zu). g_4 hat eine negative Steuerwirkung (negative Steilheit) auf i_{g3}. Verschiebt sich also g_4 in positiver Richtung, so wird i_{g3} kleiner, entsprechend wird u_{g3} größer, und es wird auch die über C an g_4 kommende Wechselspannung größer, d. h. aber g_4 verschiebt sich in positiver Richtung und die Rückkopplung ist infolge dieser Phasenlage der Spannungen gegeben.

2) Die additive Mischung

Für den Mischvorgang allein stehen Pentoden und Trioden (Bild 15) zur Verfügung. Die Dioden bleiben hier unberücksichtigt, sie erbringen keine Mischverstärkung und werden im normalen Rundfunk-Empfänger nicht verwendet.

Bild 15. Additive Mischschaltung mit einer Pentode



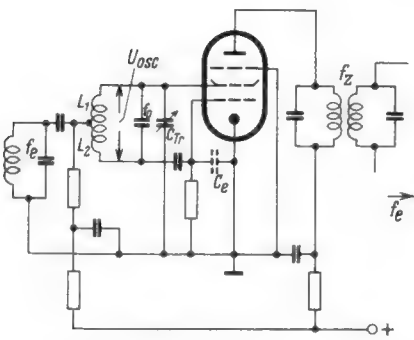


Bild 16. Selbstschwingende Mischschaltung mit einer Pentode

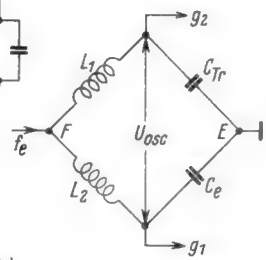


Bild 16 a. Ersatzschaltung (Brückenschaltung) zu Bild 16

In sehr vielen Fällen wird das Mischsystem gleichzeitig mit für die Schwingungserzeugung verwendet, das ergibt die selbstschwingende Mischschaltung. Auch diese Aufgabe kann mit Trioden oder Pentoden gelöst werden (Bild 16).

C. Die prinzipiellen Eigenschaften der verschiedenen Mischverfahren

1) Die multiplikative Mischung

Gute Entkopplung zwischen Oszillator- und Eingangskreis sowie zwischen Oszillator- und Anodenkreis. Eine Kopplung ist ja nur dadurch gegeben, daß die abschirmende Wirkung der Gitter 2 und 4 nicht beliebig vergrößert werden kann. Durch die Entkopplung wird Mitziehen zwischen den Kreisen vermieden, ebenso kann die Ausstrahlung der Oszillatorfrequenz genügend klein gehalten werden.

Nach sehr kurzen Wellen zu (UKW-Gebiet) wird die Entkopplung ungenügend, einmal wird der relative Frequenzabstand zwischen Oszillatorspannung und Eingangsspannung sehr klein, damit wird die Spannungsteilung (gegeben aus Kapazität g_3/g_1 und Impedanz des Eingangskreises für die Oszillatorfrequenz) ungenügend. Außerdem tritt eine Verkopplung über die gemeinsame Katodenleitung ein. Bei UKW wirkt die Katodenleitung als Induktivität. Da sie sowohl im Oszillator- als auch im Eingangskreis (Bild 17) liegt, ergibt sie eine Verkopplung beider Kreise.

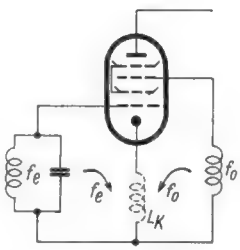


Bild 17. Verkopplung zwischen Oszillator- und Eingangskreis über die Katodeninduktivität

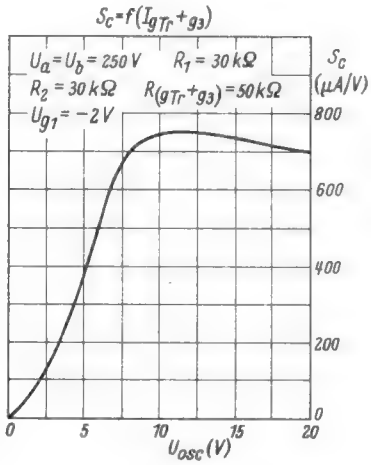


Bild 18. Verlauf der Mischsteilheit bei einer Hexode über der Oszillatorspannung

Regelmöglichkeit. Bedingt durch die Methode der Doppelsteuerung läßt sich die Steilheit des ersten Gitters in weiten Grenzen verändern, ohne daß dadurch der Mischvorgang beeinträchtigt oder der Oszillator ernstlich verstimmt wird (Frequenzverwerfung).

Starke Unabhängigkeit von der Oszillatorspannung

Wie Bild 18 zeigt, steigt die Mischsteilheit mit zunehmender Oszillatorspannung stark an; dann bleibt sie für einen großen Bereich ziemlich konstant, um später langsam wieder abzunehmen. Man sagt, die Kurve hat Sättigungscharakter. Das ist aber entscheidend wichtig, wenn große Frequenzbereiche wie im Normalwellenrundfunk (1:3) durchgestimmt werden sollen. Denn es würde einen nicht tragbaren Aufwand in der Dimensionierung des Oszillators bedeuten, wenn er mit praktisch konstanter Spannung über einen so großen Bereich (vor allem auf kurzen Wellen durchschwingen sollte.

Relativ kleine Mischsteilheit S_c. Infolge der Stromentnahme über die beiden Schirmgitter ist die Anodenstromsteilheit, bezogen auf einen gegebenen Katodenstrom, relativ klein. Daher bleibt auch die Mischsteilheit klein, S_c-Werte von ~ 0,7 mA/V sind üblich.

Im Normalwellenfall (lang, mittel, kurz) ist die erzielbare Mischverstärkung ($S_c \cdot R_a$) durchaus ausreichend, da mit Bandfilterwiderständen (für eine Zf von 470 kHz) bis zu 200 kΩ gerechnet werden kann.

Im UKW-Fall ist die Mischverstärkung klein und nicht ausreichend, da die Bandfilterwiderstände für 10,7 MHz nur Werte von 10...20 kΩ erreichen.

Hoher äquivalenter Rauschwiderstand r_{ae}. Der in der Anode vorhandene Rauschstrom ist bei Mehrgitterröhren nicht nur durch das Schrotrauschen (siehe Funktechnische Arbeitsblätter Rö 81/2), sondern auch durch das Stromverteilungsrauschen bestimmt. Bei einer Hexode mit den zwei Schirmgittern ist der letztgenannte Rauschanteil relativ groß. Dadurch wird der Wert für r_{ae} hoch, ca. 70 kΩ. Im Mittel- und Langbereich tritt das durch r_{ae} bedingte Rauschen hinter dem Rauschen des Eingangskreises und hinter den Störspannungen, die von der Antenne aufgenommen werden, zurück. Im Kurzwellenfall wird bei hochwertigen Empfangsgeräten eine (rauscharme) Hf-Vorstufe vor die Mischröhre geschaltet. Da alle Spannungen auf das Gitter der Eingangsröhre bezogen werden (Funktechnische Arbeitsblätter Vs 11/1a), ist dann das r_{ae} der Mischröhre durch v^2 (Verstärkung der Vorstufe) zu dividieren.

Niedriger Gittereingangswiderstand r_e. Im Vergleich zur additiven Mischung liegen die Eingangswiderstände bei der multiplikativen Mischung erheblich niedriger (siehe C 2).

2) Die additive Mischung

Hohe Mischsteilheit. Die erzielbare Mischsteilheit S_c ist gegeben durch

$$S_c \sim 0{,}25...0{,}3\, S_{max}.$$

S_{max} ist der größte Steilheitswert der beim Durchsteuern der i_a/u_g-Kennlinie erzielt wird (Bild 2). Es ergeben sich hohe Mischsteilheiten. Deshalb ist dieses Mischverfahren besonders für UKW wichtig, weil hier die Arbeitswiderstände (Kreiswiderstände in der Zf) wesentlich niedriger als bei Normalwelle sind.

S_c bei	EF 80	2,5 mA/V
	EC 92	1,9 mA/V
	ECH 81 (Triode)	0,9 mA/V.

Niedriges Rauschen. Vornehmlich im Falle der Triodenmischung ist das Rauschen sehr niedrig, da das Stromverteilungsrauschen hier völlig in Fortfall kommt. Aber auch mit Pentoden lassen sich wesentlich günstigere Werte als beim multiplikativen Mischverfahren erzielen (siehe Funktechnische Arbeitsblättern Rö 81/3).

Z. B.	EF 80	r_{ae}	6 kΩ
	EC 92	r_{ae}	2..3 kΩ
	ECH 81 (Triode)	r_{ae}	4 kΩ

bei hohem Gitterableitwiderstand.

Hoher Gittereingangswiderstand r_e. Nach Funktechnische Arbeitsblätter Rö 82/1 sind beide den Eingangswiderstand einer Röhre bestimmenden Anteile r_{el} und r_{ez} der Steilheit umgekehrt proportional. Da die Kennliniengebiete hoher Steilheit in jeder Periode der Oszillatorschwingung nur sehr kurzzeitig angesteuert werden, ist die über eine Periode gemittelte Steilheit klein und somit der Eingangswiderstand hoch, zumindest höher als im Fall der Hf-Verstärkung, denn bei dieser wird die Röhre mit konstantem Strom bei hoher Steilheit betrieben. Bei der multiplikativen Mischung bleibt in gleicher Weise — vom Regelvorgang abgesehen — der Strom, der durch das erste Gitter hindurchtritt, praktisch konstant, so daß auch hier die Laufzeitdämpfung konstant bleibt.

Z. B. additive Mischung

EF 80	r_e (bei 100 MHz)	6 kΩ
EC 92	r_e (bei 100 MHz)	12 kΩ
ECH 81 (Triode)	r_e (bei 100 MHz)	7 kΩ

dagegen: Betrieb der Röhren im Arbeitspunkt (Hf-Verstärkung)

EF 80	r_e (bei 100 MHz)	3 kΩ
EC 92	r_e (bei 100 MHz)	7 kΩ

ferner:: multiplikative Mischung

ECH 81	r_e (bei 100 MHz)	1,2 kΩ

gemessen bei: u_a 250 V
u_{g2+4} 250 V über 20 kΩ
u_{g3} 8 V ($i_{g3} \cdot R_{g3}$; $R_{g3} = 50$ kΩ)
u_{g1} —2 V

Niedriger Oszillatorspannungsbedarf. Infolge der normalen, großen Steilheit des ersten Gitters ist der Oszillatorspannungsbedarf klein. Das ist vorteilhaft vor allem im Hinblick darauf, daß die Oszillatorfrequenz so wenig wie möglich ausgestrahlt werden soll.

Z. B.	ECH 81	u_{osc} 8 V	(multiplikativ)
	ECH 11	„ 8 V	„
	AK 2	„ 8,5 V	„
	EF 80	„ 3,5 V	(additiv)
	EC 92	„ 3 V	„
	ECH 81 (Triode)	„ 6 V	„

Abhängigkeit von der Oszillatorspannung. Der bei der multiplikativen Mischung erwähnte Vorteil des Sättigungscharakters fehlt bei der additiven Mischung. Hier ist es also notwendig, die Oszillatorspannung über dem Durchstimmbereich annähernd konstant oder aber den Durchstimmbereich entsprechend klein zu halten. Im UKW-Gebiet, in dem die additive Mischung angewendet wird, ist die letzte Bedingung, relativ kleiner Durchstimmbereich, immer erfüllt, so daß also dieses Mischverfahren ohne Schwierigkeiten angewendet werden kann.

Selbstschwingende Mischschaltung. Es ist möglich, Schwingungserzeugung und Mischung in einem Röhrensystem vorzunehmen (Bild 16).

Keine Entkopplung zwischen den Abstimmkreisen. Bei Verwendung einer Triode besteht weder eine Entkopplung des Oszillatorkreises gegen den Zf-Kreis, noch gegen den Eingangskreis. Die erstgenannte Kopplung ist im UKW-Fall wegen des großen Frequenzabstandes nicht kritisch. Die Kopplung Oszillatorkreis/Eingangskreis ist aus zwei Gründen von Nachteil:

Mitzieheffekt, Störstrahlung. Durch Brückenschaltungen lassen sich aber beide Kreise voneinander entkoppeln (Bild 16 und 16a).

Wenn die in Bild 16a gezeichnete Brücke abgeglichen ist, steht zwischen den Punkten E und F keine Oszillatorspannung, das heißt der Punkt F liegt hinsichtlich der Oszillatorspannung auf Chassispotential.

Quersteuerung

Der Vorteil dieses Mischverfahrens liegt in einer sehr guten Entkopplung zwischen Oszillator- und Eingangskreis. Die beiden steuernden Plattenpaare (Bild 5) sind durch einen statischen Schirm voneinander getrennt. Ein solches Abschirmblech ist natürlich um vieles wirksamer als das erste Schirmgitter einer Hexode. Außerdem ist das Röhrenrauschen kleiner als bei der vergleichbaren multiplikativen Mischung. Das hängt mit dem Fortfall der doppelten Stromverteilung an zwei Schirmgittern und dem Fortfall des Staueffektes vor dem dritten Gitter zusammen, denn durch diese Raumladung vor dem dritten Gitter der Mischhexode wird das Verhältnis Anoden- zu Schirmgitterstrom sehr ungünstig. Das aber führt zu den hohen äquivalenten Rauschwiderständen.

Die Schwierigkeit dieses Mischverfahrens beruht darin, einen scharf gebündelten Strahl hoher Stromdichte zu erhalten, um bei kleinen Änderungen der Steuerspannung (Ablenkspannung) eine große Stromänderung, also eine ausreichende Steilheit zu bekommen. Infolge ihrer Eigenladung stoßen sich die Elektronen in einem solchen Strahl voneinander ab und verhindern eine scharfe Bündelung. Will man Ströme, wie z. B. in Mischhexoden üblich, steuern und entsprechende Steilheitswerte erzielen, muß ein rechteckiges Elektronenstrahlenbündel sehr großer Längsausdehnung erzeugt werden. Das hat aber eine ganze Reihe konstruktiver und physikalischer Schwierigkeiten zur Folge. Deshalb hat dieses Verfahren zunächst nur Interesse in dem Wellengebiet erlangt, in dem man bisher zur Mischung Dioden verwendete, bei denen ja keine Mischverstärkung zu erzielen ist.

Das bestätigt die amerikanische Literatur. Hier werden Versuchsmuster für 1200 MHz mit einem gesteuerten Strom von 0,2 mA und einer Steilheit von 0,3...0,5 mA/V beschrieben.

Nachdruck verboten!

D. Besondere Eigenschaften der Röhren und Schaltungen

1) Multiplikative Mischung

a) Oktode

Frequenzverwerfung beim Regeln. Je nach dem Regelzustand, d. h. je nach der Regelspannung am Hf-Eingangsgitter ändert sich die vom Oszillatorsystem erzeugte Frequenz etwas. Für diese Erscheinung sind bei diesen gekoppelten Systemen — bei denen also Oszillator- und Mischsystem hintereinander geschaltet sind — drei Faktoren maßgebend:

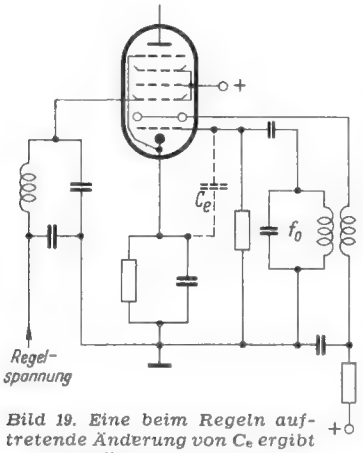


Bild 19. Eine beim Regeln auftretende Änderung von C_e ergibt eine Änderung von f_0

In Abhängigkeit von der Regelspannung am Hf-Eingangsgitter werden mehr oder weniger Elektronen zur Umkehr gezwungen. Entsprechend verändert sich die Raumladung vor dem ersten Gitter. Das bedeutet eine Kapazitätsänderung dieses Gitters gegen Katode C_e und demzufolge (Bild 19) eine Frequenzverwerfung des Oszillators.

Ebenso ist der Schwinganodenstrom von der Regelspannung am Hf-Eingangsgitter abhängig. Wird das vierte Gitter stärker negativ, steigt der Schwinganodenstrom, die Steilheit des Oszillatorsystems wächst und seine Frequenz ändert sich.

Hinzu kommt ein Phasenfehler in der Steilheit des Oszillatorsystems. Die auf die Schwinganode auftreffenden Elektronen gelangen ja, wie Bild 20 zeigt, auf einem Umweg dorthin. Sie laufen von der Katode bis dicht vor das Gitter 4 (Hf-Eingangsgitter), kehren dort um und erreichen dann erst die Schwinganode. Infolge dieses langen Weges ist der Wechselstrom der Schwinganode nicht mehr in Phase mit der Wechselspannung vom Oszilatorgitter, d. h. aber, die Steilheit ist nicht phasenrein. Nach der Rückkopplungsgleichung darf dann $\mathfrak{R}_a$ ebenfalls kein rein ohmscher Widerstand sein; das bedeutet, daß der Oszillator nicht auf der Resonanzfrequenz des Schwingungskreises schwingt.

Diese frequenzverstimmenden Einflüsse sind nicht nur bei Regelung, sondern auch bei Schwankungen der Betriebsspannungen zu beobachten. Steigt z. B. die Betriebsspannung, so werden die Elektronen ihren Weg zur Schwinganode in kürzester Zeit zurücklegen, der Phasenwinkel der Laufzeit wird kleiner.

Bei den moderneren Bauformen dieses Typs kann durch spezielle Ausbildung der Elektroden erreicht werden, daß diese Störeffekte stark reduziert werden. So wird z. B. bei der

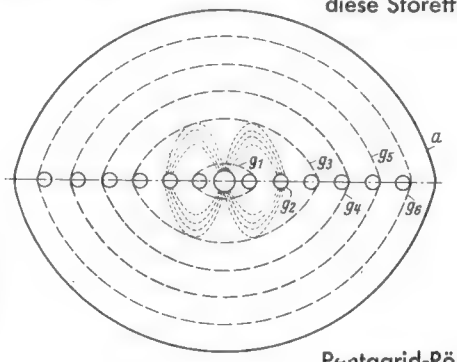
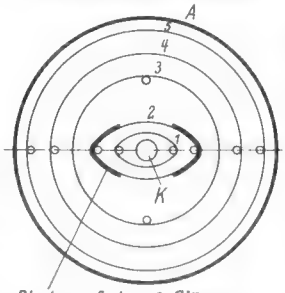


Bild 20. Schematische Darstellung der Bahnen bei einer Oktode, auf denen die Elektronen zur Schwinganode gelangen



Bleche auf dem 2. Gitter zum Abfangen der vor dem 3. Gitter umkehrenden Elektronen.

Bild 20a. Schnitt durch das System einer Pentagrid-Röhre z. B. 6 BE 6 (schematisch)

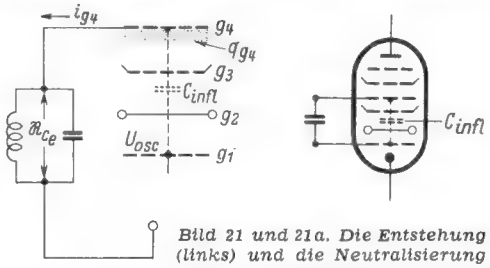


Bild 21 und 21a. Die Entstehung (links) und die Neutralisierung des Induktionseffektes (rechts)

Pentagrid-Röhre 6 BE 6 durch Verwendung eines Systemaufbaus nach Bild 20a bewirkt, daß die vor dem Hf-Eingangsgitter umkehrenden Elektronen nicht mehr in das Oszillatorsystem gelangen und die Änderung der Raumladung vor dem ersten Gitter beim Regeln des dritten Gitters klein bleibt. Gleichzeitig wird aber durch solche Maßnahmen das Verhältnis zwischen dem Nutzstrom (Anodenstrom) und dem Katodenstrom ungünstig. Das bedeutet hohen Stromverbrauch und stärkeres Rauschen (6 BE 6: r_{ae} = 200 kΩ!).

Induktionseffekt. Infolge der starken Durchsteuerung des Elektronenstromes seitens der Oszillatorspannung entsteht in der Nähe des zweiten Steuergitters eine stark schwankende Raumladung. Sie influenziert in der zugehörigen Gitterleitung einen Strom. Nimmt z. B. die Oszillatorwechselspannung in positiver Richtung zu, so steigt die (negative) Raumladung q_{g4} (Bild 21). Es fließt ein Elektronenstrom vom Gitter weg, er ist bekanntlich (Funktechnische Arbeitsblätter Kp 01/1) um 90° voreilend

$$i_{g4} = \frac{dq_{g4}}{dt}.$$

In der Gitterleitung liegt der Eingangskreis, der für die höher liegende Oszillatorfrequenz einen kapazitiven Widerstand $\mathfrak{R}_{ce}$ darstellt. An ihm entsteht durch den influenzierten Strom eine ihm um 90° nacheilende Spannung. Oszillatorspannung und Spannung an $\mathfrak{R}_{ce}$ erreichen also gleichzeitig ihren Höchstwert. Einer positiven Amplitude der Oszillatorspannung entspricht aber eine negative an $\mathfrak{R}_{ce}$, da seine Aufladung durch einen Elektronenstrom (negativen Strom) erfolgt. Die durch Influenz am Gitter 4 erzeugte Spannung wirkt also der Oszillatorspannung entgegen und setzt damit die Konversionssteilheit herab.

		Heizspannung	Heizstrom	Heizleistung	Anodenspannung	Schwing-Anodenspg. (Triodenanode)	Schirmgitterspannung	Gittervorspannung am Hf-Eingangsgitter	Anodenstrom	Schwinganodenstrom	Schirmgitterstrom	ges. Stromverbr.	Mischsteilheit	R_i	Spannung am Oszillatorgitter ($I_g \times R_g$)	Ableitwiderst. am Oszillatorgitter	Rauschwiderst. r_{ae}	Anschwingsteilheit für Oszillatorgitter U = 0 V	R_e bei 100 MHz
		V	A	W	V	V	V	V	mA	mA	mA	mA	mA/V	MΩ	V	kΩ	kΩ	mA/V	kΩ
multiplikativ	AK 2	4	0,65	2,6	250	90	70	—1,5	1,6	2	3,8	7,4	0,6	1,6	—1,5+8,5V$_{eff}$				
	ECH 11	6,3	0,2	1,3	250	250*)	100	—2	2,3	3,4	3	8,7	0,65	>0,8	—10	30	70	3,3	
	ECH 81	6,3	0,3	1,9	250	250*)	100	—2	3,3	4,5	6,7	14,5	0,78	1	—10	50	70	3,7	1,2
	6 BE 6	6,3	0,3	1,9	250		100	—1	3,3		6,9	10,2	0,47	1	—10	20	200	7,2°) 2,2°°)	
	6 A 8	6,3	0,3	1,9	250	250**)	100	—3	3,5	4	2,7	10,2	0,55	0,36	—20	50	160		
additiv	EF 80	6,3	0,3	1,9	170		170*)		4,5		1,5	6	2,5	0,4	—3,5		10		6
	EC 92	6,3	0,15	0,95	200				5,0			5	1,9	0,02	—3	1000	5		12
	ECH 81 (Triode)				200				4,0			4	0,9	0,035	—6		7		7

*) über 30 kΩ °) mit Katodenrückkopplung °°) mit Schirmgitterrückkopplung **) über 20 kΩ

Ein weiterer Nachteil ist, daß auf diese Weise Oszillatorspannung in den Eingangskreis und damit in die Antenne kommt und ausgestrahlt werden kann. Wird die influenzierte Spannung sehr groß, so kann Gitterstrom gezogen und der Eingangskreis bedämpft werden. Schließlich kann infolge dieser kapazitiven Verkopplung Mitziehen zwischen Oszillator- und Eingangskreis entstehen. Gedanklich kann man diesen Induktionseffekt nachbilden, wenn man sich zwischen g_1 und g_4 eine nur in Richtung auf g_4 wirkende negative Kapazität gelegt denkt.

$$i_{g4} = C_{infl} \cdot \frac{du_{osc}}{dt}$$

Darauf beruhen auch die Abhilfemaßnahmen. Man schaltet eine gleich große positive Kapazität in oder an der Röhre zwischen die beiden Elektroden (Bild 21a). Die durch den Induktionseffekt erzeugte Spannung soll über den Hilfskondensator kompensiert werden. Im Gebiet kurzer Wellen muß außerdem noch ein ohmscher Widerstand zugeschaltet werden, um die Laufzeit von g_1 bis g_4 und den dadurch bedingten Phasenfehler zu berücksichtigen; diese Kompensationen funktionieren genau nur in einem engen Frequenzbereich.

Der Induktionseffekt ist am kritischsten an den oberen Frequenzgrenzen der Bereiche, und zwar besonders im KW-Bereich. Die induzierte Spannung kann einige Volt betragen. Die scheinbare Kapazität erreicht Werte von ca. 2 pF.

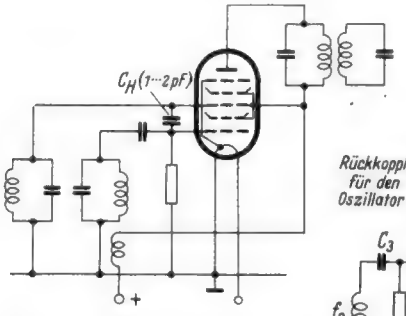
b) Vereinfachte Oktode, Pentagrid-converter (Bild 10).

Es gelten die gleichen Überlegungen wie unter D 2. Hinzu kommt, daß durch Fortfall des Bremsgitters der Innenwiderstand absinkt. Bei der Oktode muß die Steilheit auf dem zweiten Steuergitter — im Gegensatz zur Hexode — groß sein, außerdem liegt ja, wenn auf das Bremsgitter verzichtet wird, nur das zweite Schirmgitter zwischen ihm und Anode.

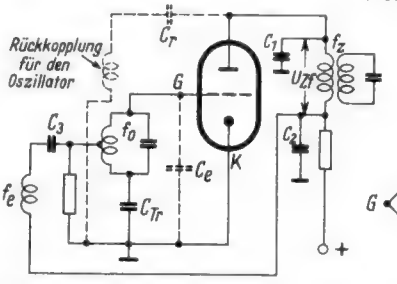
Innenwiderstände		R_i
AK 2	(mit Bremsgitter)	1,5 MΩ
6A8	(ohne Bremsgitter)	0,36 MΩ

c) Vereinfachte Oktode (DK 40) (Bild 11)

Dadurch, daß das Gitter 3 — also das dem Hf-Eingangsgitter benachbarte — Oszillatorspannung führt, wird diese über die Kapazität zwischen den beiden Gittern auf das Eingangsgitter gekoppelt. Die so an Gitter 4 entstehende Oszillatorspannung soll der durch den Induktionseffekt erzeugten entgegenwirken und sie möglichst neutralisieren. Die Kapazität g_3/g_4 (~ 1 pF) entspricht der in D_1 (Induktionseffekt) erwähnten Hilfskapazität.



Links: Bild 22. Schaltung zur Verkleinerung der Frequenzverwerfung beim Regeln



Rechts: Bild 23. Zf-Rückkopplung (kapazitiv) bei einer selbstschwingenden Mischtriode

Um zu günstigen Schwingeigenschaften auch im Kurzwellenteil zu kommen, soll der Oszillatorkreis in die Leitung zum Gitter 1, die Rückkopplung in die zum Gitter 2 gelegt werden (wie in Bild 19). Ferner soll der Gitterableitwiderstand von Gitter 1 nicht zu hoch gewählt und an das positive Heizfadenende, um eine schwach positive Vorspannung zu erhalten, geschaltet werden. Da bei Batterieempfängern infolge der meist verwendeten kurzen Antennen normalerweise keine so hohen Antenneneingangsspannungen wie beim Netzgerät vorliegen, spielt die durch das Regeln bedingte Frequenzverwerfung keine so ausschlaggebende Rolle. Im KW-Bereich wird mit Rücksicht auf die Frequenzverwerfung oft darauf verzichtet, die Mischröhre zu regeln.

d) Vereinfachte Oktode, Pentagrid-converter (DK 91, DK 92) (Bild 12).

Hier ist ein Hilfskondensator zur Bekämpfung des Induktionseffektes zwischen Oszillator- und Hf-Eingangsgitter (~ 1,0...2,0 pF) erforderlich. Sein genauer Wert wird bei der höchsten Betriebsfrequenz des Gerätes so eingestellt, daß sich beste Empfindlichkeit ergibt.

Es ist zweckmäßig, die Rückkopplungsspule so zu schalten, daß sie vom Anodenstrom und den Schirmgitterströmen durchflossen wird. Einmal steigt dadurch die Rückkopplungssteilheit, zum andern ändert sich beim Regeln der Strom durch die Rückkopplungsspule nur geringfügig, so daß die bei einer Stromänderung sonst entstehende Frequenzverwerfung hier klein bleibt (Bild 22a und 13a).

e) Hexode und Heptode, kombiniert mit Triode.

Bei diesem Typ entsteht eine Frequenzverwerfung beim Regeln nur dadurch, daß durch die Gleichspannungsänderung am ersten Gitter die Raumladung vor dem dritten Gitter und damit dessen Kapazität geändert wird. Es ist deshalb zweckmäßig, den Schwingkreis in die Anode, die Rückkopplungsspule in die Gitterleitung zu legen und eine lose Kopplung zwischen Gitter und Anodenkreis zur wählen, um den Einfluß einer solchen Kapazitätsänderung klein zu halten.

Die Frequenzverwerfung kann dadurch klein gehalten werden.

ECH 11	λ = 24 m	voll geregelt	Δf ca. 1 kHz
6A 8	λ = 24 m	voll geregelt	Δf ca. 15 kHz.

Die Regelung auf dem ersten Gitter, dem Hf-Eingangsgitter, hat sonst nur zur Folge, daß sich die Eingangskapazität ändert. Das bedeutet eine Verstimmung des Eingangskreises. Bei der im Vergleich zu den Zf-Filtern (470 kHz) größeren Bandbreite ist aber eine solche Kapazitätsänderung von weit geringerer Bedeutung, als wenn durch sie die Oszillatorfrequenz und damit die erzeugte Zwischenfrequenz verstimmt werden.

Der Vorteil des in einer Triode-Hexode bzw. Triode-Heptode getrennt enthaltenen Triodensystems beruht darin, daß der Oszillator optimal dimensioniert werden kann und daß praktisch keine Kopplung zwischen Mischvorgang und Regelung einerseits und Schwingungserzeugung andererseits besteht.

2) additive Mischung

Vergleich zwischen Pentoden und Trioden.

Der Vorteil der Pentode ist gegeben:

durch ihren höheren Innenwiderstand, der in der Anode liegende Zf-Kreis wird weniger bedämpft,

durch ihre kleine Gitter/Anoden-Kapazität.

Der Nachteil der Pentode liegt

in ihrem höheren Eigenrauschen (r_{ae}) und dadurch bedingt in ihrer schlechteren Grenzempfindlichkeit.

Aus den letztgenannten Gründen und der Tatsache eines einfacheren, billigeren Aufbaues wird vielfach auf die Triode zurückgegriffen, zumal durch eine Brückenschaltung die Bedämpfung durch den Innenwiderstand weitgehend aufgehoben werden kann (Bild 23).

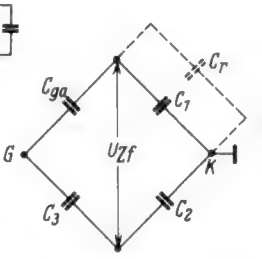


Bild 23a. Ersatzbild (Brückenschaltung zu Bild 23

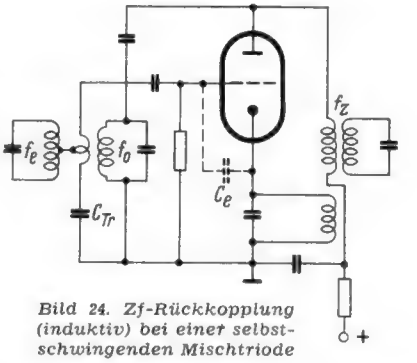


Bild 24. Zf-Rückkopplung (induktiv) bei einer selbstschwingenden Mischtriode

An sich ist bereits der Innenwiderstand einer Triode kleiner als der einer Pentode. Aber auch dieser kleinere Wert wird noch weiter dadurch abgesenkt, daß infolge ungenügender Entkopplung (zwischen Gitter und Anode) Zf-Spannung auf das Steuergitter kommt. Durch eine Neutralisierung, eine Brückenschaltung kann man in bekannter Weise erreichen, daß dieser Zf-Spannungsbetrag am Gitter auskompensiert wird. In diesem Fall erhält man also den gleichen Innenwiderstand, den die Triode ohne diese Verkopplung zwischen Eingangs- und Ausgangsseite hätte.

Für die in Bild 23 gezeigte Kompensationsschaltung ist in Bild 23a das Brückenersatzbild gezeichnet.

Bild 24 zeigt im Vergleich dazu eine Zf-Entdämpfung durch induktive Rückkopplung in der Katodenleitung.

Nachdruck verboten!

Funktechnische Arbeitsblätter

DK 621.317.7

Elektrische Meßgeräte
(Übersicht)

Mg 01

2 Blätter

Bei den Meßgeräten sind zu unterscheiden:

3 Hauptgruppen

1 Apparate zur Messung elektrischer Größen
2 Apparate zur Messung nicht-elektrischer Größen
3 Fernmeßeinrichtungen

Ferner bestehen folgende

Untergruppen

1,1 Apparate mit ausschlagendem beweglichen Teil (Meßgeräte)
1,2 Elektrizitätszähler
1,3 Meßwandler (Stromwandler)
1,4 methodische Apparate (z. B. Kompensatoren)

Für den Funktechniker ist die Untergruppe 1,1 die wichtigste.

Internationale Regeln für Meßgeräte

(Brüssel 1935, Komitee 13 der International Electrotechnical Comission, IEC)

Sie gelten nur für Spannungsmesser, Strommesser und Einphasenleistungsmesser. Erfaßt werden Geräte mit Drehspulmeßwerk, Dreheisenmeßwerk, elektrodynamischem Meßwerk und mit Hitzdrahtmeßwerk. Im wesentlichen stimmen die VDE-Regeln von 1939 mit den internationalen Regeln überein. Näheres über die internationalen Regeln für Meßgeräte im ATM, Blatt J 00-4.

VDE-Regeln für elektrische Meßgeräte

(Alte Fassung vom 1. Juli 1923, neue Fassung vom 1. Okt. 1939.)

Die Regeln gelten für „alle Arten von schreibenden, zeigenden und kontaktgebenden Meßgeräten, und zwar sowohl für Gleich- als auch für Wechselstrom beliebiger Frequenz und beliebigen Bereiches, sofern sie elektrische Größen unmittelbar anzeigen oder aufschreiben" (§ 2).

Der Inhalt der Regeln behandelt im wesentlichen folgende Punkte:

Einteilung der Meßgeräte
Erklärung der im elektrischen Meßgerätebau üblichen Begriffe

Vorschriften über:

- bauliche Ausführungen
- Prüfungen
- Fehlergrenzen
- Skalenaufschriften

Meßgeräte, die den VDE-Regeln entsprechen, erhalten ein Klassenzeichen. Es darf nur angebracht werden, wenn sämtliche Bestimmungen der Regeln für die betreffende Klasse erfüllt sind (§ 3).

Die in der Zeit von 1923 bis 1939 gebauten Meßgeräte sind vielfach noch heute in Gebrauch, daher ist die Kenntnis der Skalenbezeichnungen beider Fassungen der VDE-Regeln wichtig.

In der Fassung von 1923 sind folgende Meßgerätearten noch nicht berücksichtigt worden:

- Meßgeräte mit Gleichrichtern
- Meßgeräte mit Thermoumformern
- Dreheiseninstrumente
- Induktionsverhältnismesser
- Drehmagnetmeßwerke.

Sie waren seiner Zeit noch nicht soweit entwickelt, daß sie technische Bedeutung hatten. Die aufgezählten Systeme sind aber in den Regeln von 1939 mit erfaßt worden.

Genauigkeit der Meßgeräte

Auf der Skala des Meßgerätes wird ein Klassenzeichen angebracht, das die Größe des durch die Unvollkommenheit des Meßwerkes hervorgerufenen objektiven Fehlers angibt.

Tabelle 1

Klassenzeichen neu	Klassenzeichen alt	zulässiger Anzeigefehler	
0,2	E	± 0,2 %	Feinmeßgeräte
0,5	F	± 0,5 %	Feinmeßgeräte
1,0	—	± 1,0 %	Betriebsmeßgeräte
1,5	G	± 1,5 %	Betriebsmeßgeräte
2,5	H	± 2,5 %	Betriebsmeßgeräte

Diese Genauigkeit bezieht sich nicht nur auf den reinen Anzeigefehler, sondern auch auf Fehler durch Änderungen der Temperatur, der Frequenz, der Kurvenform usw.

Bei einem Meßgerät der Klasse 0,2 dürfen also Anzeigefehler, Temperatureinfluß, Frequenzeinfluß, Spannungseinfluß, Einfluß des Leistungsfaktors und der Lagefehler nicht mehr als je ± 0,2 % vom Endwert betragen. Eine Ausnahme macht der

Fremdfeldeinfluß:

Bei Drehspulmeßgeräten aller Klassen darf der Fremdfeldeinfluß höchstens ± 1,5 %, bei allen anderen Arten von Meßwerken höchstens ± 3 % der Anzeige ausmachen.

Die Fehlerangabe in Prozenten vom Endwert des Meßbereiches hat zur Folge, daß der absolute Anzeigefehler am Anfang der Skala — bezogen auf den jeweiligen Meßwert — am größten ist und nach dem Ende der Skala zu kleiner wird. Bei einer logarithmischen Teilung bleibt dieser Fehler über den ganzen Skalenbereich konstant. Um die Anzeigegenauigkeit eines Meßgerätes mit proportionaler Skala möglichst gut auszunutzen, soll der Meßbereich so gewählt werden, daß die Ablesung im oberen Skalendrittel erfolgen kann.

Die durch das Klassenzeichen gekennzeichneten Fehlergrenzen beziehen sich:

1. Auf die Bezugstemperatur 20° C (falls nicht anders angegeben);
2. bei Wechselstrommeßgeräten auf praktisch sinusförmigen Stromverlauf und auf die Nennfrequenz oder den Nennfrequenzbereich. Fehlen Angaben über die Frequenz, so ist der Bereich 15 bis 60 Hz zugrunde zu legen;
3. bei Leistungsmessern auf die Nennspannung;
4. bei Leistungsmessern außerdem auf den Leistungsfaktor $\cos\varphi = 1$;
5. bei Strom- und Spannungsmessern der Klassen 0,2; 0,5; 1,0 auf kurz- und langdauernde Einschaltung (2 Stunden). Bei Leistungsmessern der Klassen 0,2; 0,5; 1,0 auf kurz- und langdauernde Einschaltung des Spannungspfades mit dem

Tabelle 2. Sinnbilder für Meßwerke

Art des Meßwerkes	VDE-Sinnbild neu	VDE-Sinnbild alt
Drehspulmeßwerk mit Dauermagnet		
Drehspulverhältnismesser		
Dreheisenmeßwerk		
Dreheisenverhältnismesser		
Elektrodynamisches Meßwerk		
Eisengeschlossenes elektrodynamisches Meßwerk		
Elektrodynamischer Verhältnismesser		
Eisengeschlossener elektrodynamischer Verhältnismesser		
Induktionsmeßwerk		
Induktionsverhältnismesser		
Hitzdrahtmeßwerk		
Elektrostatisches Meßwerk		
Thermoumformer, allgemein		
Thermoumformer mit Drehspulmeßwerk		
Isolierter Thermoumformer mit Drehspulmeßwerk		
Gleichrichter		
Gleichrichter mit Drehspulmeßwerk		
Vibrationsmeßwerk		
Sinnbild für den Eisenschirm bei Meßwerken		

Tabelle 3.
Sinnbilder für Gebrauchslage, Prüfspannung, Stromart

		VDE-Sinnbild neu	VDE-Sinnbild alt
Lagezeichen	Senkrechte Gebrauchslage		
	Waagerechte Gebrauchslage		
	Schräge Gebrauchslage		
	Schräge Gebrauchslage mit Angabe des Neigungswinkels	60°	60°
Nulleinstellung			
Prüfspannung	Stern mit Zahl Prüfspannung / Betriebsspannung / Zahl	2	
	500 V bis 40 V ohne		
	2000 V bis 650 V 2		
	3000 V bis 1000 V 3		
	5000 V bis 1500 V 5		
	10000 V bis 3000 V 10		
	farbiger Stern / Farbe		
	500 V bis 40 V schwarz		
	1000 V bis 100 V braun		
	2000 V bis 650 V rot		
	3000 V bis 900 V blau		
	5000 V bis 1500 V grün		
Stromart	Gleichstrom		
	Wechselstrom		
	Gleichstrom und Wechselstrom		
	Zweiphasenstrom		
	Drehstrommeßgerät mit einem Meßwerk		
	Drehstrommeßgerät mit zwei Meßwerken		
	Drehstrommeßgerät mit drei Meßwerken		

Nennwert der Spannung und kurz- oder langdauernde Einschaltung des Strompfades.

Hierbei müssen folgende Bedingungen eingehalten werden:

1. Meßgeräte der Klassen 1,5 und 2,5 sollen vor der Prüfung eine Stunde zur Erwärmung vorbelastet werden, und zwar: Strom- und Spannungsmesser mit 80 % des Endwertes des Meßbereiches;

   Leistungsmesser mit 100 % der Nennspannung und 80 % des Nennstromes. Ist ein Nennspannungsbereich angegeben, so ist das Meßgerät mit der mittleren Spannung zu belasten.

2. Der Einfluß von Fremdfeldern soll bei der Prüfung ausgeschaltet werden. Drehspulmeßgeräte der Klassen 0,2; 0,5; 1,0 sind in der durch einen Nord-Süd-Pfeil gekennzeichneten Lage zum Erdfeld aufzustellen. Fehlt dieser Pfeil, so muß das Meßgerät in jeder Lage zum Erdfeld die Fehlergrenzen seiner Klasse einhalten.

3. Die Prüflage soll dem Lagezeichen entsprechen.

Nachdruck verboten!

Aus der Welt des Kurzwellenamateurs

Amateur-Kurzwellensender in Berechnung und Schaltung

unter Berücksichtigung der neueren Erfahrungen im industriellen Senderbau

Die nachstehende Arbeit geht auf Erfahrungen im Bau kommerzieller Sender zurück, und überträgt sie auf Amateursender. In den Schaltbildern sind keine Einzelteilwerte angegeben, denn diese hätten die Beschränkung auf ganz bestimmte Röhrentypen zur Voraussetzung gehabt. Dagegen wurden die Gleichungen angegeben, die es dem fortgeschrittenen Amateur gestatten, die Bemessungen selbst vorzunehmen und sich rechnerisch von den Vorteilen dieser Schaltungen zu überzeugen.

Das Amateur - Funkwesen hat nach dem Krieg auch in Deutschland erhebliche Fortschritte gemacht und viele neue Anhänger gefunden. Gefördert wurde diese Entwicklung dadurch, daß ausgediente Militärfunkgeräte deutscher und amerikanischer Herkunft in großen Mengen preiswert zur Verfügung standen. Der Selbstbau von Geräten, insbesondere von Empfängern, hatte dadurch zeitweise erheblich an Interesse verloren. Inzwischen sind diese Bestände jedoch aufgebraucht, so daß die Nachfrage nach guten Konstruktionsanleitungen für Amateursender im Wachsen begriffen ist.

Hierfür ist es wertvoll, zu wissen, welche Erfahrungen aus der neuzeitlichen industriellen Sendertechnik für den Selbstbau eines Amateur - Kurzwellensenders übernommen werden können.

Steuersender

Um Frequenzverwerfungen infolge Rückwirkung der Leistungsstufen auf einen nicht quarzgesteuerten Oszillator zu vermeiden, sind einschließlich des Oszillators mindestens drei Hf - Stufen erforderlich. Dabei kann das 20-, 15- und 10-m-Band durch ein- bzw. zweifache Verdopplung der Steuersenderfrequenz erzielt werden und die Rückwirkungen der Leistungsstufe auf den Oszillator werden bei den besonders kritischen Frequenzen des 20-, 15- und 10-m-Bandes erheblich verringert. Außerdem wird der Oszillator im Aufbau einfacher, da er nur für das 80-, 60- und 40-m-Band auszulegen ist. Alle Stufen werden als Gegentaktstufen mit vollsymmetrischem mechanischen Aufbau ausgeführt. Hierdurch sind kapazitive und induktive Gehäusekopplungen zwischen den einzelnen Stufen unmöglich, da sich diese infolge des symmetrischen Aufbaues bereits innerhalb jeder Stufe aufheben. Außerdem läßt sich mit diesem symmetrischen Gegentaktaufbau eine Neutralisation, falls überhaupt erforderlich, in einfacher Weise durchführen.

Der Oszillator **(Bild 1)** arbeitet in Gegentakt - Dreipunktschaltung mit kapazitiver Rückkopplung. Der Bandwechsel läßt sich dann in einfacher Weise durch Kurzschließen eines Teiles der Induktivität durchführen. Die relative Bandbreite bleibt bei einer bestimmten Kapazitätsvariation des Doppeldrehkondensators im Verhältnis zu den festen Kapazitäten des kapazitiven Spannungsteilers und der Röhren- und Schaltkapazität für alle Bänder die gleiche. Kurzgeschlossen werden selbstverständlich die kalten Enden der Gegentaktinduktivität.

Da die Induktivitäten positive Temperaturkoeffizienten aufweisen, müssen diese durch Festkapazitäten mit negativen Koeffizienten ausgeglichen werden. Dies erfolgt am besten mit den gegen Masse geschalteten Kondensatoren des kapazitiven Spannungsteilers, da diese relativ hohe Kapazitätswerte haben und daher ohne Schwierigkeiten aus Material mit negativem TK hergestellt werden können.

Als Oszillator-Röhren werden am besten Trioden verwendet, da bei diesen die Anoden—Katoden-Kapazität klein ist und daher die temperatur- und alterungsbedingten Änderungen dieser Kapazität gegenüber den übrigen Festkapazitäten praktisch keine Rolle spielen. Der Röhrenwechsel erfordert dann keine bzw. nur eine sehr geringe Nachstimmung. Bei Verwendung von Pentoden im Steuersender ergeben sich aus den genannten Gründen wesentlich ungünstigere Verhältnisse, da die Anoden-Bremsgitterkapazität im Kurzwellenbereich schon einen sehr erheblichen Anteil der Gesamt - Kapazität des Kreises darstellt.

Bei den Verstärker- und Leistungsstufen sind dagegen Pentoden wegen ihrer größeren Spannungs- bzw. Leistungsverstärkung in jedem Fall vorzuziehen. Außerdem ist die Rückwirkung auf die vorhergehende Stufe wegen der sehr viel kleineren Anoden- und Steuergitterkapazität erheblich geringer, so daß sich in den meisten Fällen eine Neutralisation erübrigt.

Als Oszillatorröhre hat sich die ECC 81, EC 92 oder eine ähnliche Röhre bewährt. Für diese Röhre wird das Verhältnis der Kapazitätswerte der Kondensatoren im Rückkopplungs - Spannungsteiler zu 1 : 4,5 bis 1 : 5 gewählt.

Verdopplerstufe

Bei der zweiten Stufe **(Bild 2)** werden die Anoden der aufbaumäßig in Gegentakt angeordneten Pentoden parallelgeschaltet. Die Anoden-Katoden-Kapazität beider Röhren wird zur Erzielung der Symmetrie auf der Gegenseite durch einen Festkondensator C entsprechender Größe nachgebildet. Werden beide Röhren beheizt, so hebt sich, wie leicht einzusehen ist, die gegenphasig vom Steuersender auf die beiden Steuergitter eingespeiste Grundwelle heraus, während die erste Oberwelle gleichphasig durch beide Röhren verstärkt wird **(Bild 3)**. Wird nur eine der beiden Röhren beheizt, so erfolgt in dieser die gewünschte Verstärkung der Grundwelle. Die Ausgangsspannung dieser Stufe ist auf Grund dieser Schaltung sowohl bei Geradeausverstärkung als auch bei Verdopplung praktisch dieselbe.

Leistungsstufe

Die Leistungsstufe wird ebenfalls voll symmetrisch aufgebaut. Das 10-m-Band wird durch Verdopplung in der Endstufe erzielt. Lediglich der Anodenkreis der Endstufe muß daher bis 10 m herunter abstimmbar sein. Auf kleinste Schaltkapazitäten einerseits, kurze und induktivitätsarme Verdrahtung andererseits muß daher hier besonders geachtet werden.

Bei der für Amateursender meist verwendeten induktiven Antennenankopplung ergeben sich insofern immer Schwierigkeiten, als die bei jedem Wechsel des Wellenbereichs notwendige Umschaltung der Induktivität zwangsläufig zu einer gleichzeitigen Änderung der Antennenkopplung führt. Dies gilt jedenfalls immer dann, wenn die Endstufe für einen sehr weiten Frequenzbereich wie im vorliegenden Fall ausgelegt sein muß. Demgegenüber weist die in **Bild 4** wiedergegebene Schaltung, bei der die Auskopplung der Leistung kapazitiv aus dem induktiven Ast erfolgt, folgende grundsätzlichen Vorteile auf:

1. Die an den einzelnen Abgriffen des kapazitiven Spannungsteilers liegenden Hf - Spannungen sind bei konstanter Anodenwechselspannung und fester Kreiskapazität für alle Bänder bzw. Frequenzen unabhängig von der Größe der Induktivität. Jedem Abgriff kann daher ein bestimmter Antennenwirkwiderstand zugeordnet werden.

2. Die Antennenankopplung beeinflußt die Zwischenkreisabstimmung der Endstufe praktisch nicht. Wird der Zwischenkreis der Endstufe im Leerlauf abgestimmt, so führt die anschließend erfolgende Ankopplung und Abstimmung des Antennenteils zu keiner Verstimmung des Zwischenkreises.

3. Die Grundwelle der auszustrahlenden Senderfrequenz soll mit möglichst großem Wirkungsgrad auf die Antenne gelangen, während ihre Oberwellen zumindest entsprechend den behördlichen Vorschriften unterdrückt werden müssen.

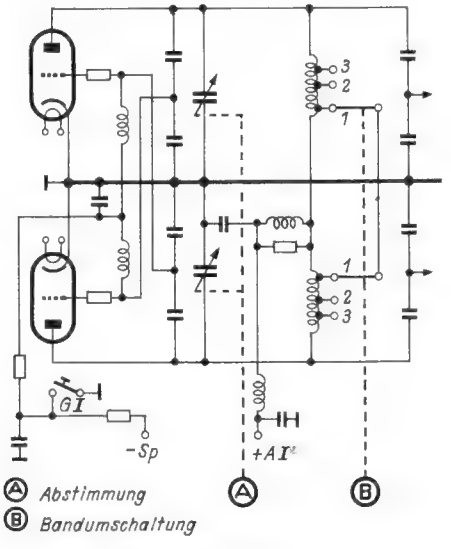


Bild 1. Oszillator

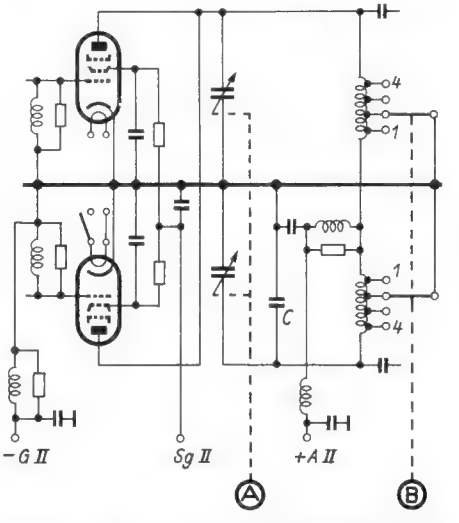


Bild 2. Treiber- und Verdopplerstufe. Der Kondensator C bildet die Anoden-Katodenkapazität der Röhren auf der Gegenseite nach

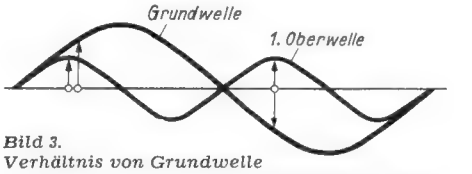


Bild 3. Verhältnis von Grundwelle und Oberwelle bei der Verdopplerstufe Bild 2

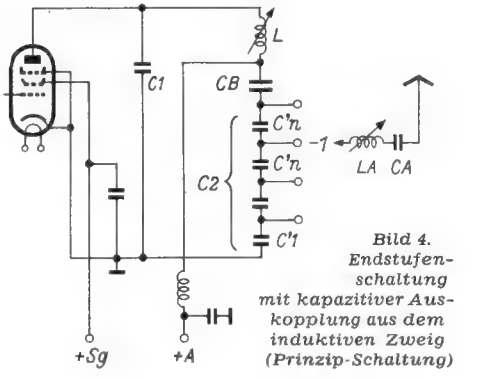


Bild 4. Endstufenschaltung mit kapazitiver Auskopplung aus dem induktiven Zweig (Prinzip-Schaltung)

Die für die Berechnung dieser Ausgangsschaltung gültigen Formeln, auf deren Ableitung hier aus Raumgründen verzichtet werden muß, lassen die Zusammenhänge deutlich erkennen. Wird zunächst angenommen, daß mit reiner Induktivitätsabstimmung gearbeitet wird, so ist die an den einzelnen Stufen des Koppelkondensators auftretende Hf-Spannung nur durch das Verhältnis der Spannungsteilerkapazität zur Grundkapazität des Kreises bestimmt, also von der eingestellten Frequenz völlig unabhängig. Beträgt der an der Koppelstelle auftretende maximale Antennenwirkwiderstand R_{Amax} Ohm, der Außenwiderstand der Endstufe R_{agr} Ohm, so gilt für das Verhältnis der erforderlichen Koppelkondensator-Gesamtkapazität C_2 zur Grundkapazität C_1 (einschließlich Röhren- und Schaltkapazität) des Kreises die Beziehung:

$$C_2 = C_1 \sqrt{\frac{R_{agr}}{R_{Amax}}}$$

Der Außenwiderstand R_{agr} der Endstufe errechnet sich seinerseits aus der Anodengleichspannung U_a und der Nutzleistung N (W) der Endstufenröhre für den anzustrebenden Grenzzustand zwischen unterspanntem und überspanntem Betrieb zu:

$$R_{agr} = \frac{(0{,}9 \cdot U_a)^2}{2 \cdot N}\ \Omega$$

(Die Restspannung ist hierbei zu $0{,}1 \cdot U_a$ angenommen). Kennt man den oberen (R_{Amax}) und unteren Grenzwert (R_{Amin}) des Antennenwirkwiderstandes, so lassen sich die Teilkapazitäten des Koppelkondensators leicht ermitteln. Die Stufenzahl hängt davon ab, wie genau man alle in Frage kommenden Antennenwirkwiderstände anpassen will. Bei n Stufen und arithmetischer Unterteilung errechnen sich die resultierenden Spannungsteilerkapazitäten wie folgt:

$$C_{2n} = \frac{C_1 \cdot \sqrt{\frac{R_{agr}}{R_{Amin}}}}{a^{n-1}}\ ;\ a = \sqrt[2n-2]{\frac{R_{Amax}}{R_{Amin}}}\ ;$$

Aus den resultierenden Spannungsteilerkapazitäten jeder Stufe erhält man die Teilkapazität selbst nach der Formel:

$$C'_{2n} = \frac{C_{2n} \cdot C_{2n-1}}{C_{2n-1} - C_{2n}}$$

Der Kondensator C_B liegt im Kapazitätswert so hoch (ca. 10 nF für Kurzwellensender), daß er nicht berücksichtigt werden muß. Er dient lediglich dazu, die Gleichspannung vom Spannungsteiler und damit vom Antennenteil fernzuhalten.

Die Schaltung Bild 4 hat nun den weiteren Vorteil, daß durch die vor dem Koppelkondensator liegende Kreisinduktivität die Oberwellen in diesem Ast des Zwischenkreises unterdrückt werden. Die Kreisinduktivität wirkt als Drossel für die Oberwellen, die daher an der Koppelstelle bereits stark geschwächt erscheinen. Unter Annahme einer Dämpfung d_1 für den Zwischenkreis und einer Dämpfung d_2 für den Antennenkreis einschließlich der Antenne ist das Verhältnis α_{An} der Amplitude der n-ten Oberwelle zur Grundwelle des Antennenstromes bei induktiver Kopplung **(Bild 5a).**

$$\alpha_{An} = \alpha_{an} \cdot \frac{d_1 \cdot d_2}{[(n+1)^2-1]^2} \cdot (n+1)^4$$

α_{an} ist das Amplitudenverhältnis der n-ten Oberwelle zur Grundwelle im Anodenstrom der Endstufe.

Bei kapazitiver Kopplung aus dem induktiven Ast (Bild 5b) aber gilt:

$$\alpha_{An} = \alpha_{an} \cdot \frac{d_1 \cdot d_2}{[(n+1)^2-1]^2}$$

Man erkennt, daß die erste Oberwelle bei dieser Kopplungsart nur noch $^1/_{16}$ so stark durchkommt wie bei induktiver Koppung. Bei der zweiten und dritten Oberwelle liegen die Verhältnisse noch wesentlich günstiger. Diesem Punkt kommt

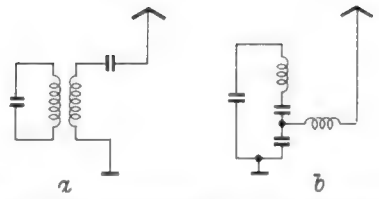


Bild 5. Prinzipschaltungen von Antennenkopplungen. a = induktive Kopplung, b = kapazitive Kopplung aus dem induktiven Zweig

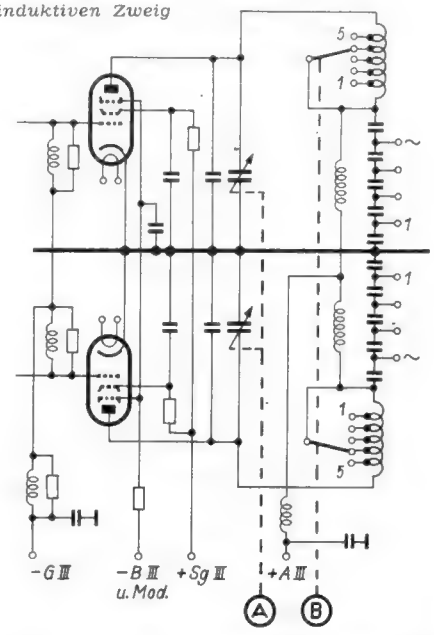


Bild 6. Gegentakt-Endstufe mit kapazitiver Auskopplung aus dem induktiven Zweig für symmetrische und unsymmetrische Antennen

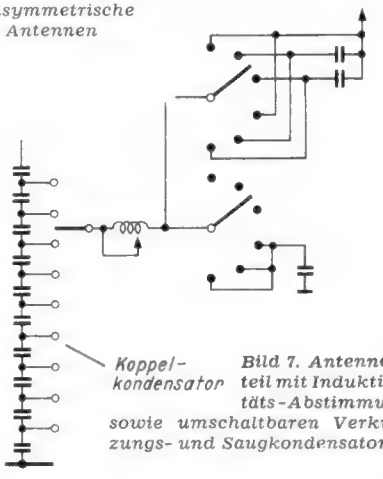


Bild 7. Antennenteil mit Induktivitäts-Abstimmung sowie umschaltbaren Verkürzungs- und Saugkondensatoren

nicht nur wegen der Einhaltung der behördlichen Vorschriften besondere Bedeutung zu, sondern insbesondere auch deshalb, weil angesichts der starken Belegung der Amateurbänder alles getan werden muß, um Empfangsstörungen durch Oberwellen zu vermeiden.

Gegentakt-Leistungsstufe

Die bisherigen Überlegungen wurden für eine unsymmetrisch aufgebaute Endstufe und für eine unsymmetrische Antenne angestellt. Selbstverständlich ist die Schaltung auch für die Gegentaktendstufe ausführbar und hat dann das in **Bild 6** wiedergegebene Aussehen. Es können mit dieser Schaltung auch symmetrische Antennen vom Eingangswiderstand $2 \cdot R_A$ ausgekoppelt werden. Die obigen Beziehungen gelten auch für diesen Fall. Es besteht aber auch die Möglichkeit, unsymmetrische Antennen anzuschließen, die dann nur an einen Ast angekoppelt werden. Der Einwand, daß hierdurch die Symmetrie des Zwischenkreises gestört wird, ist für den Kurzwellenbereich nicht stichhaltig, da die Blindleistung im Zwischenkreis selbst bei der niedrigsten Frequenz noch ein Vielfaches der ausgekoppelten Wirkleistung beträgt. Die Unsymmetrie in den Leistungen N_1 und N_2 der beiden Gegentaktröhren läßt sich nach der Formel:

(R_i = Innenwiderstand der Endröhren)

$$\frac{N_1}{N_2} = 1 + 2\left(\frac{1}{R_i \cdot \omega \cdot C_1}\right)^2 + \frac{2 \cdot d_1}{(R_A \cdot \omega \cdot C_1)^2 \cdot 2 \cdot d_1 + R_A \cdot \omega \cdot C_1}$$

berechnen. Es zeigt sich, daß die Unsymmetrie bei einseitiger Einkopplung der Antenne im ungünstigsten Fall, d. h. für die niedrigste Frequenz nur einige Prozent beträgt, also innerhalb der durch andere Faktoren (Röhrentoleranzen, Unterschiede in den Steuerungsspannungen der beiden Gegentaktröhren), gegebenen Abweichungen liegt.

Für den Sender des Kurzwellenamateurs ist die kontinuierliche Induktivitätsabstimmung über den gesamten Kurzwellenbereich nicht von Interesse, da nur die einzelnen Bänder erfaßt werden sollen und Gegentaktvariometer mit kontinuierlicher Abstimmung teuer bzw. schwierig in der Herstellung sind. Es genügt hier, wenn die Kreisinduktivität, wie in Bild 6 gezeigt, nur stufenweise für die einzelnen Bänder umschaltbar ist. Die Abstimmung innerhalb des Bandes erfolgt dann mit Hilfe eines Doppeldrehkondensators geringer Kapazitätsvariation parallel zu den Grundkapazitäten, die hierdurch bei der relativ geringen Breite der Bänder nur so wenig verändert werden, daß die Koppelstufen hiervon praktisch nicht berührt werden. Dabei ist jedoch anzustreben, daß die Bereiche auf der Abstimmskala des Drehkondensators möglichst den gleichen Drehwinkel einnehmen, um die Einstellung zu erleichtern.

Antennenabstimmung

Die Abstimmung erfolgt im Antennenteil mit Hilfe einer veränderlichen Induktivität mit großem Variationsbereich (Schleif-Variometer). Bei rein ohmscher Antenne ist bereits eine bestimmte Induktivität im Antennenkreis erforderlich, um die parallel zur Antenne liegende Kapazität des eingeschalteten Teils der Koppelkapazität des Zwischenkreises zu kompensieren. Für hochinduktive Eingangs-Scheinwiderstände der Antennen bzw. der Antennen-Energieleitung werden umschaltbare Verkürzungskondensatoren vorgesehen **(Bild 7).** Zur Transformation hochohmiger Antennenwiderstände ist, um in den Arbeitsbereich des Koppelkondensators zu kommen, hinter der Abstimminduktivität unter Umständen eine Parallelkapazität zur Antenne erforderlich, die ebenfalls umschaltbar angeordnet wird. Diese Serien- bzw. Parallelkapazitäten sind für symmetrische Antennen, wenn diese über angepaßte Energieleitungen betrieben werden, nicht erforderlich. Es genügt dann, diese Kapazitäten nur in einem Zweig des Antennenteils zum Betrieb unsymmetrischer Antennen vorzusehen.

Die Abstimmung des Zwischenkreises der Endstufe erfolgt in bekannter Weise ohne bzw. bei loser Ankopplung der Antenne nach dem Anodenstrom-Minimum der Endröhren. Zur Antennenabstimmung kann ein Hochfrequenzstromwandler mit Gleichrichter und Strommesser verwendet werden. Bei dem für Amateurzwecke zugelassenen Antennenleistungen einerseits und den in sehr weiten Grenzen schwankenden Antenneneingangswiderständen, die bei der vorgeschlagenen Schaltung durchaus ausgekoppelt werden können andrerseits, bereitet diese Antennenstromanzeige jedoch erhebliche Schwierigkeiten. Es ist deshalb ratsamer, die Hochfrequenzspannung direkt am Antenneneingang mit Hilfe eines einfachen, in das Antennenteil eingebauten Röhrenvoltmeters mit verschiedenen Meßbereichen zu messen und die Abstimmung des Antennenteils nach

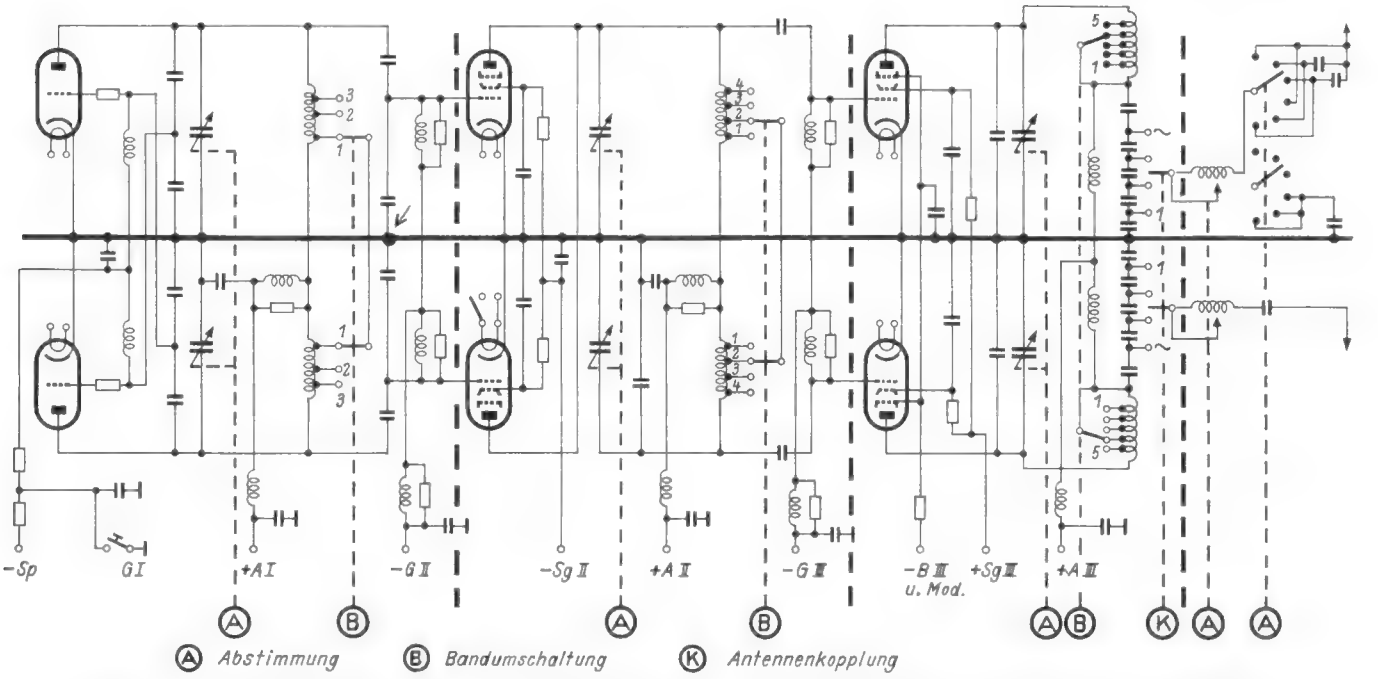


Bild 8. Gesamtschaltbild des Hf-Teiles eines dreistufigen Amateur-Kurzwellensenders für das 80-, 40-, 20-, 15- und 10-m-Band

dem Maximum der Hochfrequenzspannung an der Antenne vorzunehmen. Wird dieses Röhrenvoltmeter geeicht, so kann die Hochfrequenzleistung am Senderausgang mit Hilfe von Belastungswiderständen, die auch im Kurzwellenbereich rein ohmisch und für die in Frage kommenden Leistungen ausgelegt sind, für den gesamten Frequenz- und Antennenwirkwiderstandsbereich leicht ermittelt werden.

Unter Berücksichtigung der obigen Gesichtspunkte ergibt sich für den Hochfrequenzteil des Senders das in **Bild 8** wiedergegebene Prinzipschaltbild. Soll der Sender moduliert werden, so ist die Bremsgittermodulation der Endröhren zu empfehlen, da sie bei kleinstem Aufwand gute Modulationseigenschaften ergibt. Die Gittervorspannungen für die Treiber- und Verdopplerstufe und die Endstufe sowie die negative Vorspannung für die Bremsgitter der Endröhren bei Bremsgittermodulation der Endstufe werden einer stabilisierten Spannungsquelle über einstellbare, möglichst niederohmige Spannungsteiler entnommen. Ebenso empfiehlt es sich, die Anodenspannung des Steuersenders sowie die Schirmgitterspannung der Treiberstufe und der Endstufe zu stabilisieren.

Dr.-Ing. W. Schirp

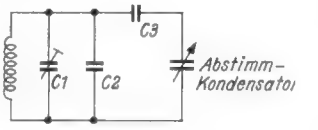
Der Empfänger BC 348 im Amateurverkehr

Bei vielen Kurzwellen-Amateuren findet man heute als Empfänger den amerikanischen Typ BC 348, der in großen Stückzahlen aus Heeresbeständen preiswert auf den Markt kam. Meist wird jedoch als ausgesprochener Nachteil gewertet, daß das Gerät weder über eine Bandspreizung verfügt, noch die Aufnahme des 15-m- und des 10-m-Bandes gestattet. Auch die restlichen Amateurbänder erscheinen recht eng zusammengedrängt auf der Skala. Der nachstehende Beitrag zeigt, wie man diese Mängel beseitigen kann.

Der Empfänger besitzt zwei Hf-Vorstufen und verfügt über einen durchgehenden Frequenzbereich von 18 MHz bis 1,5 MHz in fünf Bereichen (Bereiche 6 bis 2) sowie über einen Bereich von 200 kHz bis 500 kHz. Um alle Amateurbänder unterzubringen gibt es verschiedene Wege. Man kann z. B. den normalerweise nicht benutzten Bereich von 200 bis 500 kHz völlig umschalten und ihn als neuen Zusatzbereich anfügen. Hierbei ist aber zu beachten, daß die Frequenzvariation bei dem normalerweise höchsten Bereich 6 nur etwa 1 : 1,3 beträgt. Man bekommt deshalb beim Umschalten des langwelligen Bereiches nicht beide fehlenden Bänder ganz auf den neu entstehenden Bereich, sondern man muß sich entweder für das 10-m- oder das 15-m-Band entscheiden. Man kann so vorgehen, daß man diesen neuen Bereich für die Aufnahme des 10-m-Bandes bemißt und den bisherigen Bereich 6 (18 bis 13,5 MHz) so verschiebt, daß er das 15-m-Band noch bestreicht. Dann muß man aber auch den Bereich 5 (13,5 bis 9,5 MHz) so nach oben verschieben, daß das 20-m-Band noch erfaßt werden kann. Die restlichen Bereiche können unverändert bleiben. Alle diese Arbeiten setzen jedoch beträchtliche Fertigkeiten im Empfängerbau und beim Abgleich voraus und können, ohne einen guten Meßsender, L- und C-Meßgeräte und ein Röhrenvoltmeter für längere Zeit zur Verfügung zu haben, kaum mit befriedigendem Ergebnis durchgeführt werden.

Ein etwas einfacherer Weg, wenigstens das 10-m-Band und — bei Verzicht auf außerhalb der Amateurbänder liegende Frequenzen — auch das 20-m- und das 40-m-Band jeweils über die ganze Skala gespreizt zur Verfügung zu haben, ist durch die Sendeamateure W 5 GAB und ex-DL 1 BC versucht worden.

Prinzipschaltbild der Hf-Kreise im Empfänger BC 348



Der langwellige Bereich wird hierbei belassen, es werden lediglich die Bereiche 6, 5 und 4 so umgeschaltet, daß in dem Bereich 6 nunmehr das 10-m-Band und in den Bereichen 5 und 4 das 20-m- bzw. das 40-m-Band untergebracht werden.

Das **Prinzipschaltbild** zeigt die Schaltung der variablen Kreise des BC 348 (zwei Hf-Vorkreise, Mischkreis und Oszillatorkreis). Außer im Bereich 6, in dem sich Änderungen an den Spulen nicht vermeiden lassen, werden nur die nach Öffnen der Abschirmhauben leicht zugänglichen Parallel- und Serienkapazitäten verändert. Die notwendigen Änderungen sind mit ihren neuen Werten in der **Tabelle** aufgeführt. Dabei können die mit C 1 bezeichneten Kapazitäten der Bereiche 6 und 4 ausgetauscht werden, falls der Einbau des 10-m-Bandes mit vorgenommen wird. Alle anderen Kapazitäten werden entfernt und durch neue ersetzt. Im Bereich 6 müssen von allen Spulen jeweils 2½ Windungen weggenommen werden. Die verbleibenden Windungen sind über den ganzen Spulenkörper auszuziehen. Diese Änderung kann jedoch ohne Ausbau der Spulen vorgenommen werden, wenn die zu entfernenden Windungen nach Ablöten des Anschlusses vom oberen Ende abgewickelt werden.

Etwas schwieriger ist das Entfernen von vier Windungen der Koppelspule zwischen Oszillator und Katode der Mischröhre. Die verbleibenden Windungen brauchen hier nicht ausgezogen zu werden. Die losere Kopplung ist aber notwendig, da andernfalls die Mischröhre eine zu hohe Hf-Spannung erhält und das Gerät in diesem Bereich nicht einwandfrei arbeitet.

Die Werte der Tabelle sind so bemessen, daß die entstehenden neuen Bereiche etwa folgende Frequenzen umfassen:

Bereich 6	30 050 bis	27 990 kHz
Bereich 5	14 400 bis	13 395 kHz
Bereich 4	6 965 bis	7 350 kHz

Sollen die Bereiche etwas enger zusammengedrängt werden, so kann man dies durch Vergrößern von C 3 erreichen. Ein Neuabgleich des Gerätes nach erfolgtem Umbau mit einem Meßsender und einem Output-Meter ist erforderlich, will man annähernd gleiche Empfindlichkeit über den Gesamtbereich erzielen.

Spulen- und Kondensatoren-Tabelle

Band in m	früherer Empfängerbereich Nr.	Oszillatorkreis				Vorkreise und Mischkreis			
		C 1	C 2	C 3	L	C 1	C 2	C 3	L
40	4	50 pF	395 pF	140 pF	bleibt	50 pF	200 pF	65 pF	bleibt
20	5	bleibt	bleibt	20 pF	bleibt	bleibt	bleibt	20 pF	bleibt
10	6	25 pF	entfällt	30 pF	s. Text	25 pF	entfällt	20 pF	s. Text

Zur Praxis muß bemerkt werden, daß die sich ergebende Bandspreizung sehr groß ist. Wer noch nicht mit einem ausgesprochenen Amateurempfänger mit stark gespreizten Bereichen gearbeitet hat, tut gut daran, sich den Umbau genau zu überlegen, will er nicht eine Enttäuschung erleben. Es ist tatsächlich recht ungewohnt, mit einer starken Bandspreizung zu empfangen, wenn man vorher gewohnt war, das ganze Band auf einigen Umdrehungen der Abstimmung zusammengedrängt zu finden. Außerdem muß beachtet werden, daß im allgemeinen die im Amateurverkehr benutzten BC 348 speziell in den verhältnismäßig schmalen Amateurbändern auf höchste Empfindlichkeit getrimmt sind. Diese Empfindlichkeit läßt sich meist zugunsten einer gleichbleibenden Empfindlichkeit über den Gesamtbereich nicht ganz erreichen, wenn auch in der Praxis der geringe Unterschied bei einem gut abgeglichenen Empfänger kaum auffällt. Vor dem Umbau sollte man auf alle Fälle sorgfältig die Zf-Stufen abgleichen und an dieser Einstellung nichts mehr ändern. Man erspart sich dadurch viel Arbeit beim Neuabgleich des Hf-Teiles nach erfolgtem Umbau.

Gerhard Merz, DL 1 BB

Die Funkortungstagung in Frankfurt/Main

Mit der Übernahme der Aufgaben für die Sicherung des Luftverkehrs in der Bundesrepublik in die Verantwortlichkeit deutscher Stellen ergab sich für die auf den einschlägigen Gebieten tätigen Wissenschaftler und Fachleute die Notwendigkeit, sich einen Überblick über den derzeitigen Entwicklungsstand der verschiedenen Methoden der Funkortung und ihre Bewährung zu verschaffen. Diesem Zweck diente die von der Gesellschaft zur Förderung des Verkehrs (Sitz Hamburg) für die Zeit vom 15. bis 18. April nach Frankfurt/Main einberufene nichtöffentliche Tagung, deren Organisation vom „Ausschuß für Funkortung" (Sitz Düsseldorf) übernommen worden war. An Hand zahlreicher Vorträge, durch Besichtigungen von in Betrieb befindlichen Funkortungsanlagen und eine Geräteausstellung gewann man ein einprägsames Bild von der Bedeutung und Nutzbarmachung hochfrequenter Schwingungen für Flugsicherung, Navigation und Luftfahrt - Betriebstechnik.

Bei der Zusammenkunft in der historischen Paulskirche bot sich dem Ausschuß für Funkortung in Anwesenheit seines Initiators, Ministerialdirektor Dipl.-Ing. Leo Brandt und seines Geschäftsführers Wolfgang Martini Gelegenheit, deutsche Fachleute auf dem Gebiet der Luftfahrt-Technik wieder zusammenzuführen.

Einleitend gab Prof. Dr. G. Leithäuser von der Technischen Universität Berlin einen geschichtlichen Rückblick über die für die Funkortung entscheidenden Erkenntnisse der Hochfrequenzforschung, der durch Prof. M. Dieckmann (München) hinsichtlich der Entwicklung der Funkortung in der deutschen Luftfahrt und durch einen Vortrag von Sir Robert Watson-Watt (Montreal) über die Geschichte der britischen Funkortungs-Forschung ergänzt wurde.

Aus der sehr umfangreichen Themenfolge seien folgende Referate hervorgehoben:

Entwicklungsmöglichkeiten und neuere Anwendungsgebiete der Ortung mittels elektrischer und Ultraschallwellen (Prof. Dr. A. Esau), Neuere Fortschritte der Höchstfrequenztechnik auf der Grundlage früherer deutscher Geräte (Prof. Dr. H. H. Meinke), Probleme des Panorama-Leuchtschirmes (Prof. Dr. Schröter), Die Fernübertragung von Meßfunkbildern (Prof. Dr. Kirschstein), Funkmeß-Landeverfahren (Prof. Dr.-Ing. Runge, Telefunken), Funkmeß-Übersichtsverfahren (Dr.-Ing. Schultes, Siemens & Halske), Neuzeitliche Adcock-Peiler (Dipl.-Ing. Troost, Telefunken), Die Bedeutung des Sichtpeilers in der Luftfahrt (Dr. Wächtler, C. Plath, Hamburg), Die Bedeutung der Rückstreuung von Erde und Ionosphäre in der Funkortung (Dr. Dieminger) und Versuch einer physikalischen Systematik der Funkortungsverfahren (Dipl.-Phys. W. Stanner).

Die Geschichte der Funkortung zeigt, daß die Leistungen der deutschen Hochfrequenztechnik den ausländischen Entwicklungen zum Teil gleichwertig, früher zum Teil sogar vorausgeeilt waren. Leider hemmten die durch Krieg und Nachkrieg bedingten Beschränkungen eine rasche Auswertung der wissenschaftlichen Erkenntnisse für den allgemeinen Fortschritt. Durch jahrelange Isolierung entstand in Deutschland eine gewisse Lücke, die durch den nunmehr wieder eingeleiteten Erfahrungsaustausch geschlossen wird.

Interessant ist, daß die Funkortung nicht nur im Flugverkehr angewendet wird, sondern auch für meteorologische Zwecke und für die Radioastronomie. Nachdem in der Bundesrepublik die äußeren Hindernisse gefallen sind, hat die Bonner Sternwarte in Verbindung mit der Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen die Vorarbeiten für die Errichtung eines leistungsfähigen Radio-Observatoriums aufgenommen. Für dieses neu entstehende Arbeitsgebiet sind Hochfrequenz-Ingenieure ebenso wichtig wie Astronomen.

Auf dem Rhein-Main-Flughafen wurden sowohl die im UKW-Bereich arbeitenden Schlechtwetter- und Navigations-Verfahren als auch ILS (Instrument-Landing-System)-, GCA (Ground-Control-Approach)- und VOR (Very High Frequency-Omnidirectional-Ranges)-Verfahren, das im Langwellenbereich arbeitende englische Decca-Verfahren, Radar-Geräte und verschiedene Sendeanlagen im Betrieb gezeigt. Die Atlas-Werke hatten ein Ratheon-Gerät (Schiffs-Rundsuchgerät) aufgebaut und führten die von ihnen in Lizenzbau übernommenen amerikanischen Funksprech-Handgeräte (Walkie-Talkies), Siemens & Halske ihre neuentwickelten 2-Meter-UKW-Funksprech-Anlagen vor. Telefunken hatte ein ebenfalls in Lizenzbau der Decca-Corporation übernommenes Panorama-Radar-Gerät in der Nähe des Main-Ufers aufgebaut und gab mit einem für diese Zwecke eingerichteten Versuchswagen auf der Autobahn ein anschauliches Bild von der präzisen Wirkungsweise des Decca-Flight-Logs (Flugwegschreiber).

Der Berichterstatter der FUNKSCHAU konnte auf der Fahrt feststellen, daß dieses Verfahren noch am Boden eine Ortungs- bzw. Aufzeichnungsgenauigkeit von zwei bis drei Metern zuläßt. Es bietet daher auch für den geplanten Hubschrauber - Verkehr, der sich vorwiegend in geringen Höhen abwickeln wird, ausgezeichnete Ortungsmöglichkeiten.

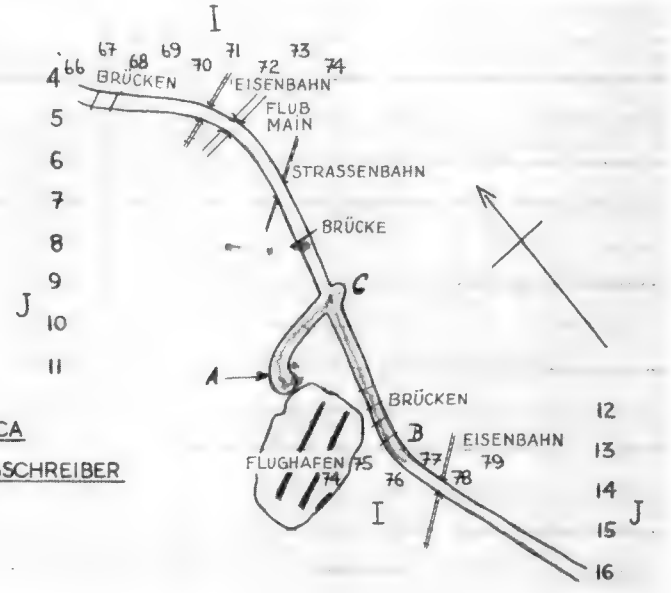
Die praktische Verwertbarkeit der verschiedenen Systeme wurde durch Erfahrungsberichte internationaler Fachleute verdeutlicht. So berichtete der Chef-Pilot der PAA, Terwilleger, über spezielle Navigationsprobleme des Transatlantikfluges und Major James L. Anast, USAF, über den von ihm vorbereiteten ersten automatisch gesteuerten Ozeanflug von Neufundland nach England im Jahre 1947, wobei er hervorhob, daß die angewandten Verfahren und Apparaturen sich auf die deutschen Vorarbeiten stützten, die bereits 1940 zu den ersten vollautomatischen Flügen um Berlin geführt hatten. Die Schwierigkeiten klimatischer Art, im Hinblick auf gerätemäßige Störungen beim Überfliegen tropischer Kontinentalstrecken und bei den Bodenstationen, wurden von Chefpilot Ramando von der Air France an Hand praktisch aufgetretener Fälle erörtert.

Die Firmen C. Lorenz, C. Plath, Siemens & Halske, Telefunken und die Funktechnischen Werke Mannheim stellten in den Wandelgängen der Paulskirche Geräte ihrer Produktion aus. Besondere Beachtung fand dabei eine Neuentwicklung von Telefunken, der Kurzwellen-Verkehrs-Empfänger Typ E 104 Kw-4, ein Betriebs- und Suchempfänger für kommerziellen Weitverkehr.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß sich die Wirkungsbereiche der verschiedenen für die moderne Funkortung angewandten Verfahren teils überschneiden, teils ergänzen. Die Praxis hat gelehrt, daß es bei dem ständig zunehmenden Luftverkehr noch einer Reihe von Verfeinerungen bedarf, insbesondere hinsichtlich der noch nicht genügend gelösten Frage der Abstandsmessung in der letzten Phase der Landung, ohne die eine vollkommene Blindlandung noch nicht möglich ist. Die Schwierigkeiten einer Lösung werden verständlich, wenn man bedenkt, daß es sich hier um Laufzeitmessungen in der Größenordnung von einer Millionstel Sekunde handelt, die durch die in Bodennähe auftretenden Nahfeld-Verzerrungen wesentlich erschwert werden. Für die Luftverkehrs-Kontrolle mit Radar-Großraum-Suchgeräten ist eine Ergänzung durch Höhenmeßgeräte großer Reichweiten erforderlich. Schließlich wird eine Vereinheitlichung der konkurrierenden Systeme angestrebt. Für die Lösung der damit gegebenen technischen Probleme rechnet man noch mit einem Zeitraum von etwa zehn Jahren.

Eine großes Problem stellt die Frage, wie weit die Automatisierung der Flugsicherung noch vorangetrieben werden kann oder soll. Schließlich bedarf auch die vollendetste Technik der ständigen Kontrolle durch den Kombinationssinn des Menschen und bleibt, wie er, den Tücken des Zufalles ausgesetzt. So werden schließlich doch immer wieder Geistesgegenwart und Verantwortungsbewußtsein des Menschen den Ausschlag geben, sowohl für die Sicherheit im Flugverkehr, als auch für den wirklichen Fortschritt moderner Technik.

Delhees/Ballauff



Das Bild zeigt das Beispiel einer nach dem Decca-Verfahren vorgenommenen Strecken-Ortung anläßlich einer Versuchsfahrt auf der Autobahn Frankfurt/Darmstadt während der Funkortungstagung. Punkt A bezeichnet Start und Ziel, Punkt B den Wendepunkt des Versuchswagens, Punkt C kennzeichnet die Genauigkeit der Aufzeichnung bei der Ein- und Ausfahrt der Autobahn

Fernsehtechnik ohne Ballast

Eine Aufsatzreihe zur Einführung in die Fernsehtechnik, 19. Folge

Die nachstehende Folge bringt als Schlußteil des Kapitels über die Gewinnung der Zeilensynchronisierzeichen nähere Einzelheiten über das wichtige Differenzieren. Die nächste Fortsetzung wird sich mit der Gewinnung der Raster-Synchronisierzeichen befassen.

Bild 89. Mathematisches Differenzieren einer Rechteckkurve

In der Impulstechnik haben wir es nun vorwiegend mit Rechteckkurven zu tun. Um den Zusammenhang zu den vorhergehenden Betrachtungen besser herzustellen, nehmen wir zunächst einen Impuls in Trapezform mit ganz schwach geneigten Flanken an **(Bild 89a)**. Die Steilheit des

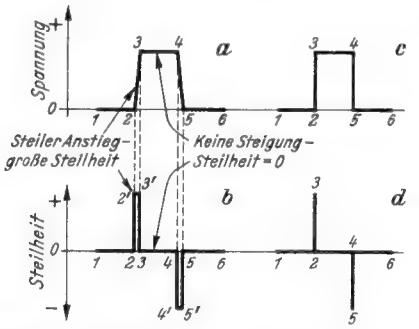


Bild 89. Ermittlung der Steilheitswerte von Rechteckimpulsen (Differenzieren)

Kurvenstückes 1—2 ist offenbar Null. Die Steilheitskurve **Bild 89b** verläuft also für 1—2 auf der Nullinie. Bei 2—3 steigt der Impuls ganz steil nach oben an. Diese Stelle hat daher eine große positive Steilheit und ergibt in der Steilheitskurve 89b einen großen positiven Wert. Für 3—4 verläuft die Kurve 89a wieder waagerecht, die Steilheit ist Null. Das Kurvenstück 4—5 fällt nach unten ab, die Steigung ist jetzt negativ und ergibt einen negativen Steilheitswert in 89b. 5—6 endlich entspricht wieder der Steilheit Null. Beim Differenzieren der Trapezkurve ergeben sich also zwei schmale entgegengesetzt gerichtete Steilheitswerte.

Macht man die Impulsflanken nach **Bild 89c** noch steiler, dann schrumpfen die Werte in der Steilheitskurve zu ganz schmalen Strichen zusammen. Durch m a t h e m a t i s c h e s Differenzieren eines Rechteckimpulses ergibt sich der Steilheitsverlauf von **Bild 89d.**

Halten wir also nochmals fest: Differenzieren heißt, die Steilheitswerte einer Kurve für jedes einzelne Kurvenstück zu ermitteln und wiederum in Kurvenform aufzutragen. Dieses Differenzieren kann nun bei Impulsspannungen durch elektrische Schaltelemente erfolgen. Man kann dadurch aus Rechteckspannungen Kurvenformen etwa mit dem Verlauf von Bild 89b und d elektrisch erzeugen. Die dazu verwendeten Schaltglieder nennt man deswegen sinngemäß Differenzierglieder.

Bild 90. Elektrisches Differenzieren

Um eine Rechteckspannung elektrisch zu differenzieren, gibt man sie nach **Bild 90a** auf ein als Hochpaß geschaltetes RC-Glied. Für die Spannung Null des Kurvenstückes 1—2 ist natürlich die Ausgangsspannung des Gliedes ebenfalls Null. Kommt jetzt der steile Spannungssprung 2—3 an den Eingang, so wirkt er wie die plötzlich ansteigende Halbwelle einer Wechselspannung sehr hoher Frequenz. Für Wechselspannungen besitzt aber der Kondensator nur einen geringen Widerstand. Fast die ganze Spannung 2—3 erscheint daher sofort an den Enden des Widerstandes R, und zwar in der Richtung des Spannungsanstieges, also positiv.

Während des darauffolgenden Zustandes 3—4 kann sich aber die Spannung am Widerstand R nicht halten, denn 3—4 im Rechteckimpuls ist ja ein Gleichspannungsanteil, der von Kondensatoren nicht übertragen wird. Die Spannung an R bricht also wieder zusammen und fällt auf Null ab. Dagegen ladet sich nun der Kondensator C auf die Gesamtspannung auf.

Man kann sich den Vorgang durch einen einfachen Versuch klarmachen, dessen Verlauf jeder Praktiker im voraus übersehen kann. Ein Kondensator C wird nach **Bild 90b** über ein Voltmeter an eine Gleichspannungsquelle gelegt. Das Voltmeter schlägt kurz aus (Spannungsanstieg 2—3 in Bild 90a) und wird dann wieder spannungslos, während nun der Kondensator auf die Batteriespannung aufgeladen ist.

Gelangt in Bild 90a nun die abfallende Impulsflanke 4—5 an das RC-Glied, so ver-

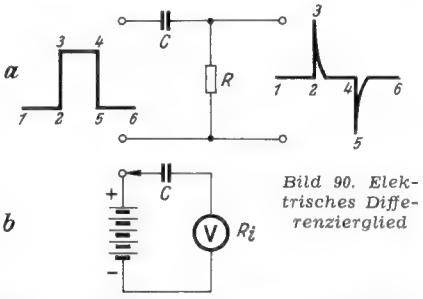


Bild 90. Elektrisches Differenzierglied

läuft der Ladestoß in umgekehrter Richtung, d. h. am Widerstand tritt ein kurzer negativ gerichteter Spannungszacken 4—5 auf, und anschließend klingt die Ausgangsspannung wieder auf Null ab. Es entsteht also durch diese Schaltung etwa ein Spannungsverlauf, wie er in Bild 89 mathematisch vorausberechnet wurde. Diese spitzen Spannungszacken eignen sich besser für die präzise Auslösung der Kippgeräte als reine Rechteckimpulse. Man wendet daher in allen Fernsehempfängern derartige Differenzierglieder an, um die Zeilensynchronisierungsimpulse zu gewinnen.

Bild 91. Bemessung des Differenzierglieder

Für die Bemessung eines solchen Differenzierglieder gelten folgende Überlegungen: Man kann die Anordnung als Kopplungskondensator und Gitterwiderstand einer Widerstandsverstärkerstufe auffassen (In der Praxis folgt sogar meist auf ein solches Differenzierglied eine Verstärkerröhre). Dieses Kopplungselement soll nur die sehr hohen Frequenzen übertragen, die in den Zeilenimpulsflanken enthalten sind. Nicht übertragen werden soll jedoch die eigentliche Zeilenimpulsfrequenz von 15 625 Hz. Die Grenzfrequenz eines solchen RC-Gliedes muß also weit oberhalb von etwa 15 kHz liegen. So ergaben sich bei der Überprüfung einiger Industrieschaltungen folgende Werte:

C pF	Rk Ω	f_{gr} kHz
27	100	62
10	100	160
100	10	160
50	2	1600

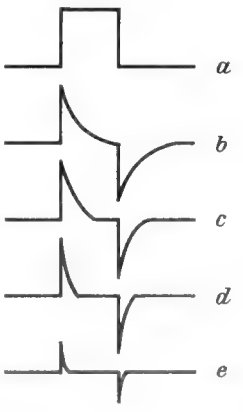


Bild 91. Verformung einer Rechteckkurve durch RC-Glieder mit verschieden großer Grenzfrequenz. a = ursprünglicher Impuls, b = niedrige Grenzfrequenz, e = sehr hohe Grenzfrequenz

Wie wirkt sich nun eine zu niedrige Grenzfrequenz bzw. ein zu großes RC-Produkt aus? Zur gedankenmäßigen Überlegung hilft wieder der Versuch von Bild 90b. Macht man sowohl C als auch den Innenwiderstand R_i des Voltmeters sehr groß, so wird es beim Einschalten einer Gleichspannung eine ganze Weile dauern, bis durch den hohen Widerstand der große Kondensator auf den vollen Gleichspannungswert aufgeladen ist. Der anfängliche Spannungsstoß an R_i, also die am Instrument angezeigte Spannung, klingt daher viel langsamer auf Null ab. Es ergeben sich dann keine schmalen spitzen Zacken, sondern nur langsam in Form einer Entladekurve absinkende Scheitel **(Bild 91b).** Bei einem mittleren Wert der Grenzfrequenz fallen die Scheitel schneller ab **(Bild 91c),** und wird die Grenzfrequenz wie bei den eigentlichen Differenziergliedern sehr groß, dann bilden sich die gewünschten Zacken aus **(Bild 91d).** Bei extrem hoher Grenzfrequenz werden die Zacken sehr schmal und nicht ganz so hoch **(Bild 91e).** Man kann also durch Wahl von R und C die gewünschte Form der Zacken einstellen. Diese Vorgänge lassen sich übrigens sehr schön mit einem Elektronenstrahloszillografen nachweisen.

Bild 92. Differenzieren der gesamten Fernseh-Impulsreihe

In der dem Differenzierglied zugeführten Impulsreihe sind auch die breiten Rasterwechselimpulse vorhanden [1]). Jede steile Impulsflanke löst nun entsprechend ihrer Richtung positive oder negative

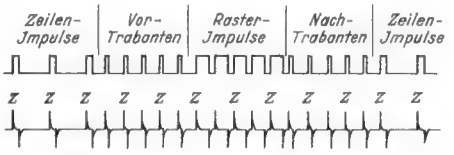


Bild 92. Differenzierung einer Fernsehimpulsreihe

Zacken aus. Das Impulsschema ist jedoch so angelegt, daß auch während der Rasterwechselimpulse im Takt der Zeilenimpulse die Zacken Z ausgelöst werden. Der Zeilengenerator erhält also auch während der Rasterwechsel die richtigen Synchronisierimpulse. Die dazwischen liegenden Spannungsspitzen im Abstand einer halben Zeile stören dabei den Vorgang nicht.

Bild 93. Abkappen der nicht benötigten Spannungsspitzen

An Stelle der nur einseitig gerichteten ursprünglichen Rechteckimpulse entstehen durch ein Differenzierglied positiv und negativ gerichtete Spannungsspitzen. In den meisten Fällen sprechen die Kippgeneratoren nur auf eine Vorzeichenrichtung an, so daß hierdurch keine Schwierigkeiten entstehen.

Wird jedoch in bestimmten Fällen nur eine Impulsrichtung gewünscht, so lassen sich die nach der anderen Seite gerichteten Impulse wieder durch eine Audionschaltung abkappen. Man fügt dann zwischen Differenzierglied R 1 C 1 und der Röhre ein weiteres RC-Glied R 2 C2 mit sehr tiefer Grenzfrequenz ein. Durch die Audionwirkung entsteht an R 2 automatisch wieder eine große negative Vorspannung, die den Anodenstrom unterdrückt. Negative Zacken können ihn nicht noch weiter verringern. Dagegen erzeugen die positiven Zacken am Gitter kurze Anoden s t r o m stöße, also n e g a t i v e Anodenspannungsstöße. Hinter einer solchen Anordnung sind also die positiven Spannungsspitzen weggeschnitten, und man erhält nur negativ gerichtete Zacken, die den vorderen Flanken der ursprünglichen positiven Rechteckimpulse entsprechen.

[1]) Die Deutsche Fernsehnorm wurde inzwischen von 6 auf 5 Vor- und Nachimpulse (Trabanten) umgestellt (S. a. Funktechnische Arbeitsblätter Fs 01). Diese Umstellung gegenüber Bild 7 am Anfang dieser Aufsatzreihe ist hier bereits berücksichtigt.

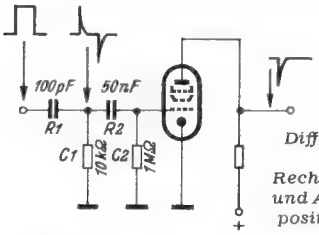


Bild 93. Differenzierung eines Rechteckimpulses und Abkappen der positiven Zacken

Kehrt man jedoch die Vorzeichenrichtung vorher an einer geeigneten Stelle durch eine Phasenumkehrröhre um, so kann man auf diese Weise auch die den rückwärtigen Flanken entsprechenden Spannungsspitzen isolieren und allein wirksam werden lassen.

(Fortsetzung folgt) Ing. O. Limann

Fehlerursachen in Fernsehempfängern

Es ist einleuchtend, daß bei Fernsehempfängern mit ihrem erheblich größeren Schaltungsaufwand und ihrem komplizierten Aufbau auch entsprechend mehr Fehler auftreten und aus wirtschaftlichen Überlegungen heraus eine systematische, methodische Suche besonders der lästigen zeitweiligen Fehler erforderlich wird.

Nach Art des Fehlers bei einem Fernsehempfänger wird man zunächst festzustellen suchen, in welchem Schaltabschnitt (Geräteteil) er liegt. Die **Tabelle**[1]) gibt eine in großen Zügen und sehr allgemein gehaltene Übersicht der möglichen Fehler und der Fehlerorte.

Die Ursachen der Fehler kann man im wesentlichen unterteilen in mechanisch, thermisch, spannungsmäßig und durch Feuchtigkeit bedingte Fehler.

[1]) Nach W. H. Buchsbaum, Locating TV Intermittents, in Radio & Television News, Dezember 1952.

Hat man den Fehler einigermaßen lokalisiert, so wechselt man verdächtige Teile aus (z. B. Röhren, Koppelkondensatoren usw.) oder man versucht nur zeitweilig vorhandene Fehler absichtlich hervorzurufen.

1. Mechanische Fehler: Schlechte, kalte Lötstellen (oft sehen sie äußerlich einwandfrei aus; im Zweifelsfall soll man sie nochmals nachlöten), gebrochene Drähte, lose Teile, schadhafte Röhren und solche mit Mikrofonie, lose oder sich nur zeitweilig berührende Teile, z. B. Verbindungen und Abschirmungen zum Chassis usw., schlechte Kontakte an Röhrenfassungen, zerbrochene oder verkohlte Isolation. Diese Fehler machen sich bei Erschütterungen aller Art, Vibrationen, Umschalten von Rastenschaltern (z. B. des Kanalwählers) usw. bemerkbar. Man sucht den Fehler durch systematisches Abklopfen, Rütteln oder Ziehen an einzelnen Teilen zu finden. Dabei werden die Spannungen an verschiedenen Punkten gemessen. Aus auftretenden Spannungsänderungen kann man dann Schlüsse auf die Fehlerursache ziehen. Beseitigung: Nachlöten, Verbindungen wieder herstellen usw.

2. Thermische Fehler: Hitze verursacht Ausdehnungen und daher unter ungünstigen Umständen schlechte Kontakte oder gänzliche Unterbrechungen, in besonderen Fällen auch Kurzschlüsse. Beispiele: Die Katode einer Röhre biegt sich durch und gibt Schluß mit dem Steuergitter; Sockelstifte bekommen Spiel in der Röhrenfassung, zwei Fehler, die meist daran zu erkennen sind, daß das Gerät stets einige Zeit nach dem Einschalten (etwa nach 10 bis 15 Minuten) aussetzt oder eine besonders fehlerhafte Wiedergabe zeigt[2]). Weiterhin verursachen Temperaturänderungen auch Änderungen der elektrischen Eigenschaften der Schaltelemente. Besonders anfällig sind Widerstände, Elektrolyt- und ölgefüllte Kondensatoren (Eintrocknen des Elektrolyten bzw. Auslaufen der Vergußmasse usw.). Die Änderungen der Kapazitäts- und Widerstandswerte sind besonders im Impulsabtrenner und bei den Ablenkgeneratoren sehr kritisch. Selengleichrichter schlagen bei Übertemperatur schneller durch und der Lack wird blasig. Meist haben thermische Defekte mechanische Fehler im Gefolge. Zum rascheren Feststellen des thermischen Fehlers ist es ratsam, das Gerät mit einer Decke zuzudecken bzw. im Gehäuse mit einem Infrarotstrahler aufzuheizen. Die Fehlersuche erfolgt durch Kontrolle der Spannungsabfälle an den Schaltelementen (Widerständen) und durch Feststellen der Ursache der Temperaturüberhöhung. Verdächtige Widerstände sind im heißen und kalten Zustand zu messen.

[2]) Siehe: O. P. Herrnkind: Fernseh-Bildfehler-Fibel. Radio-Praktiker-Bücherei Nr. 51.

3. Falsche Spannungen: Zu hohe oder zu niedrige Spannungen, z. B. durch Netzspannungsschwankungen, schadhafte Siebkondensatoren usw. sind gleichfalls die Ursache von Störungen. Bestimmte Spannungswerte sind kritisch. Sie müssen daher nach den Firmenunterlagen mit Meßinstrumenten von bestimmtem Innenwiderstand (meist angegeben) überprüft werden. Im Hochspannungsteil für die Bildröhre können durch Überspannungen Überschläge oder Sprüherscheinungen auftreten. Zu geringe Rücklaufspannung kann die Bildgröße und die Grundhelligkeit des Bildes verringern. Eine Verminderung der Heizspannung bedeutet Verstärkungsrückgang und demzufolge kontrastlose Bilder. Außerdem leidet durch zu geringe Heizspannung die Katode, und die Lebensdauer der Röhre wird verkürzt. Zweckmäßigerweise bildet man mit einem Regeltransformator Netzspannungsschwankungen nach. Steht ein solcher Transformator nicht zur Verfügung, so leistet ein üblicher Netztransformator, bei dem man dann beispielsweise eine Heizwicklung von 12 Volt zu- oder gegenschaltet, die gleichen Dienste. Große Helligkeitsschwankungen weisen dann auf Fehler in der Zeilenendstufe, im Kreis der Spardiode oder der Gleichrichterröhren hin.

4. Feuchtigkeitsfehler. Sie treten meist im Hochspannungsteil für die Bildröhre und bei manchen Kondensatoren in Erscheinung. Die Folgen sind: Kurzschlüsse, Überschläge, Sprüherscheinungen, Zerstörung der Isolation. Diese Isolationsschäden gehen vielfach auf einen Aufschaukelvorgang zurück; durch Kriechströme wird die Isolation immer stärker leitend und verkohlt dann.

Feuchtigkeitsfehler sind oft örtlich bedingt, z. B. durch salzige Seeluft. Sie frißt entweder Metallteile an und verursacht schlechte Kontakte (Übergangswiderstände) oder es treten Kriechströme bei verschmutzten Röhrenfassungen auf. Die Fassung wird dann zweckmäßig durch eine neue ersetzt.

Grundsätzlich empfiehlt sich bei der Reparatur von Fernsehempfängern:

1. Röhren probeweise auswechseln,
2. Spannungen an Hand der Firmenunterlagen nachmessen,
3. Schadhafte Teile nur durch Qualitätserzeugnisse mit den richtigen elektrischen Werten und Toleranzen ersetzen,
4. Oszillogramme aufnehmen und mit den Sollkurven überprüfen,
5. Nicht mit Lötfett, sondern mit Kolophonium löten. Ing. Gerhard Hille

Fehler	Mögliche Fehlerstellen
Ton und Raster	Netzteil, Verringerung der Heizspannung bzw. Fadenschluß
Ton	Tonstufe, Lautstärkeregelung, Ton-Zf
Schwacher Ton	Koppel-Kondensatoren, Endröhre
Verzerrter Ton	Koppel-Kondensatoren, Betriebsspannung, Filter- oder Entkopplungskondensatoren, Diskriminator
Brummen	Elektrolytkondensatoren, Trafo-Bleche schwingen, Bild-Nf-Teil, Tonfilter oder Entkopplungskondensatoren, Diskriminator
Raster	Hochspannungsteil, Zeilenoszillator, Helligkeitsregelung, Bild-Endstufe, Bildröhre
Bildfehler bei einwandfreiem Raster	Bild-Endstufe, Stationswähler
Keine Zeilensynchronisation	Horizontale Synchronisation, Impulsabtrenner, Zeilenoszillator
Keine vertikale Synchronisation	Impulsabtrenner, Integrator, vertikaler Oszillator
Überhaupt keine Synchronisation	Impulsabtrenner, Bild-Nf-Verstärker, Betriebsspannung
Änderung der Bildbreite	Horizontaler Kippgenerator, horizontaler Oszillator, Betriebsspannung
Änderung der Bildhöhe	Vertikaler Kippgenerator
Änderung der Bildbreite und -höhe	Betriebsspannung, Hochspannungsteil, horizontaler Kippgenerator
Helligkeitsschwankungen	Hochspannungserzeugung, Helligkeitsregler, horizontaler Kippgenerator, Bild-Endstufe
Helle Striche, bzw. dunkle Striche	Bild-Endstufe, Antenneneingang, Stationswähler
Falscher Bildkontrast	Bild-Zf, Schwundregelung
Trapezförmige Rasterverzerrung	Ablenkjoch, horizontaler oder vertikaler Kippgenerator
Keine Schärfe	Schärferegelung, Betriebsspannung, Anodenspannung der Bildröhre und Hochspannungsteil

Auch in der Fernsehtechnik kommt es in erster Linie auf die Röhren an. Jede Beschäftigung mit der Fernsehtechnik und zumal mit dem Fernseh-Service wird mit einem Studium der Röhren für den Fernsehempfänger und ihrer Schaltungen beginnen müssen. Diese Unterrichtung ermöglicht das folgende Buch auf ideale Weise:

Die Fernsehröhren und ihre Schaltungen

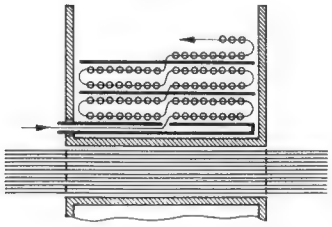
Von Ing. **Ludwig Ratheiser,** dem bekannten Röhren-Fachmann. 128 Seiten mit 77 Bildern, 25 Tabellen u. 41 Sockelschaltungen. Nr. 39/40 der RADIO-PRAKTIKER-BÜCHEREI. **Preis 2,80 DM** portofrei. Zu beziehen vom Buch- und Fachhandel oder vom

FRANZIS-VERLAG, München 22, Odeonspl. 2

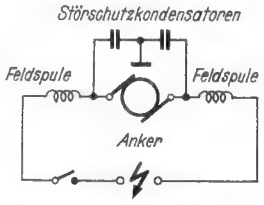
Vorschläge für die WERKSTATTPRAXIS

Wickelraummangel bei Transformatoren

Unter diesem Titel wurde in der FUNKSCHAU 1953, Heft 1, Seite 17, eine Wicklungsanordnung für Transformatoren angegeben, bei der nur nach jeder zweiten Lage eine Isolierzwischenlage erforderlich ist und trotzdem zwischen zwei Drähten höchstens diejenige Spannung auftreten kann, die zwischen den Enden einer einzigen Lage vorhanden ist. Hierdurch wird nicht nur Platz erspart, sondern das Wickeln erfordert auch weniger Arbeitszeit, und die Wärmeabgabe der Wicklung ist besser.



Der Drahtanfang wird in einem Isolierschlauch bis zur Mitte des Spulenkörpers geführt und dort wird angefangen zu wickeln



Auftreten einer hohen Spannungsspitze bei einem Allstrom-Plattenspielermotor (zu Allstrom-Plattenspieler verursacht Empfänger-Kurzschlüsse)

Diese Wicklungsanordnung ist tatsächlich bereits in der Praxis angewendet worden, und zwar auf Grund eines bisher nicht veröffentlichten Vorschlages von E. Baumgart (Telefunken) im Netztransformator des von Telefunken hergestellten Standard-Supers der Saison 1947/48. Diese Wicklungsanordnung wich aber bezüglich der ersten Lage etwas von der in der FUNKSCHAU beschriebenen Anordnung ab. Es wurden nämlich die erste halbe Wicklungslage und die den Rest dieser Lage ersetzende Isolierzwischenlage fortgelassen und stattdessen, wie das **Bild** zeigt, der Draht durch einen Isolierschlauch bis zur Mitte geführt, wo die Wicklung beginnt. Der Schlauch ist hier bis zum rechten Ende durchgeführt und in der Mitte mit einem Loch versehen, damit die Wicklungslagen gleichmäßig auf der Unterlage aufliegen. Dieser Isolierschlauch schränkt den Wickelraum nicht ein, weil er außerhalb des durch die waagerechten Striche angedeuteten Eisenkerns liegt, also keinen Raum im Fenster des Eisenkerns beansprucht. Auf diese Weise ergibt sich in den Fällen, in denen die Wicklung keine halbe Lage enthält, eine weitere Platzersparnis.

Dipl.-Ing. H. Pitsch

Allstrom-Plattenspieler verursacht Empfänger-Kurzschlüsse

Ein Allstromsuper wurde zusammen mit einem Zehnplattenspieler beim Kunden an das 220-V-Gleichstromnetz angeschlossen. Nach dem Einschalten arbeitete der Empfänger einwandfrei. Nun wurde der Plattenspieler ein- und nach kurzem Probelauf wieder ausgeschaltet. Erfolg: das Radiogerät blieb stumm, die Sicherung war durchgeschlagen. Als diese durch eine stärkere ersetzt wurde, schlug sie wieder durch, und mit ihr die Zählersicherung des Kunden. Mit einem zweiten Gerät desselben Typs war es das gleiche: Nach kurzem Ein- und Ausschalten des Zehnplattenspielers schlugen auch hier die Sicherungen des Empfängers laufend durch.

Beide Geräte und der Plattenspieler kamen in die Werkstatt, um dem Fehler durch genaue Untersuchungen auf die Spur zu kommen. Beim Einschalten eines Strommessers in die Sicherungsklemmen des Allstromsupers zeigte es sich, daß der Zeiger beim Ausschalten des Plattenspielers im 6-A-Bereich bis zum Anschlag ausschlug. Die Spannungswählerplatte des Empfängers, hinter der ein Umschalter nach der Art des Philips-Scheibenschalters angebracht war, verschmorte vollkommen. Eine Untersuchung an anderen Geräten gleichen Typs ergab folgendes:

An den Kontakten des Spannungs-Umschalters liegen beide Netzpotentiale nahe beieinander. Beim Ein- und besonders beim Ausschalten des Zehnplattenspielers bildete sich wahrscheinlich eine Spannungsspitze hochfrequenter Natur, hervorgerufen durch den Resonanzkreis: Feldspulen — Störschutzkondensatoren **(Bild)**. Diese Spannungsspitze führte zum Funkenüberschlag an den nahe zusammenliegenden Kontakten des Netzspannungs-Umschalters, und damit zum Durchbrennen der Sicherungen. Erhärtet wurde diese Annahme dadurch, daß nach Entfernung der Störschutzkondensatoren der Fehler nicht mehr auftrat. Im vorliegenden Fall wurde dem Kunden dadurch geholfen, daß eine Zuführung zum Netzumschalter am Empfänger getrennt verlegt wurde, damit die gefährdeten Punkte weiter auseinander kamen. Damit fiel allerdings vorläufig die Umschaltmöglichkeit auf andere Spannungen weg, was aber hier ohnehin nicht in Frage kam. Ein anderer Weg wäre vielleicht der, die beiden Störschutzkondensatoren zu entfernen, wenn geringe Laufgeräusche des Motors, besonders im KW-Gebiet, in Kauf genommen werden. Leider war es mangels geeigneter Meßgeräte nicht möglich, die Höhe der Spannungsspitze meßtechnisch nachzuweisen. Vielleicht hat ein anderer Leser einmal Gelegenheit hierzu.

Wolfgang Fischer

Reparatur von Drehkondensatoren

Das Verfahren, verschmutzte Drehkondensatoren durch Auskochen zu reinigen, ist nicht neu. Nimmt man dazu aber eines der neueren Waschmittel, deren Wirkung auf der Herabsetzung der Oberflächenspannung des Wassers beruht, so ist der Erfolg besonders befriedigend.

Man kocht den Drehkondensator in einer wallenden Lösung eines solchen Waschmittels eine Viertelstunde lang. Pril hat sich dabei als sehr brauchbar erwiesen. Nach dem Kochen spült man kräftig und anhaltend mit klarem Wasser und kocht den Kondensator anschließend nochmals eine Viertelstunde in klarem Wasser, damit alle Reste des Waschmittels gelöst werden. Zum Trocknen benutzt man zweckmäßig den Backofen des Küchenherdes. Anschließend müssen die Lager mit Öl bzw. mit Kugellagerfett versorgt werden.

Drehkondensatoren, die ein Jahrzehnt lang Dienst getan hatten und dementsprechend verschmutzt waren, erlangten durch diese Kur ein fabrikneues Aussehen.

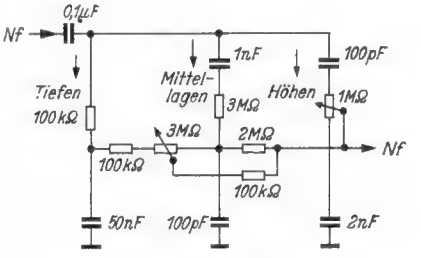
Es ist darauf zu achten, daß nicht alle Isolierstoffe die Temperaturerhöhung vertragen. Keramische Massen werden wieder weiß und weisen hohen Isolationswiderstand auf. Auch Preßstoffmassen vertragen das Kochen, bedürfen aber einer besonders gründlichen Trocknung. Dagegen ist das Verfahren bei Trolitul und ähnlichen Isolierstoffen nicht zu empfehlen, weil sie bei der Temperatur des kochenden Wassers bereits weich werden und die Form verlieren.

Einen Plattenschluß findet man am einfachsten, wenn man den Drehkondensator mit einer 100 - W - Glühlampe in Reihe an die Netzspannung legt. Die Glühlampe wird abgedeckt, damit ihr Licht nicht stört. Wird jetzt der Kondensator durchgedreht, so zeigen kleine Lichtbogen die Berührungspunkte der Plattenpakete an. Bei dieser Arbeit ist es zweckmäßig, den Raum nur schwach zu erleuchten.

Dr. A. Renardy

Dreikanal-Klangregler

Oft sucht man nach einer guten Tonregelung ohne komplizierte Gegenkopplungen für hochwertige Verstärker. Ich habe für diesen Zweck die dargestellte **Schaltung** entworfen und in mehreren Leistungsverstärkern und Radioempfängern mit bestem Erfolg erprobt. Die Werte sind nicht sehr kritisch und können versuchsweise geändert werden, um eine den eigenen Wünschen entsprechende Klangfarbe zu erhalten. Die Schaltung eignet sich sehr gut für Aufsprechverstärker, da man das Tonbild ganz nach Wunsch einstellen kann.



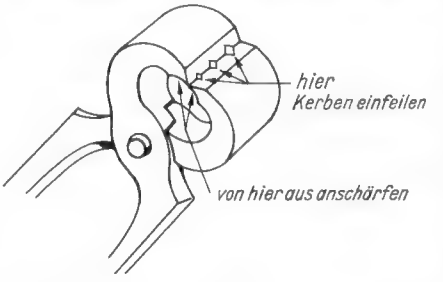
Klangregler-Schaltung mit drei frequenzabhängigen Spannungsteilern

Ein Regler regelt wechselseitig die Baß- und Mittellagen, während der zweite die Höhen anhebt oder ausblendet. Es handelt sich also um eine Dreikanalregelung, bei der bei richtiger Bemessung die Lautstärke beim Betätigen der Regler gleich groß bleibt.

Kurt Wiedemann

Praktische Zange zum Entfernen der Drahtisolation

Das Entisolieren von Drahtenden ist eine lästige Arbeit, die man sich mit einer hierfür eingerichteten Zange sehr erleichtern kann. Dieses nützliche Hilfsmittel kann sich jeder aus einer kleinen Beißzange innerhalb kurzer Zeit selbst herstellen. In die Schneide der Beißzange werden kleine dreieckige Kerben gefeilt, und von hinten wird die Schneide scharf geschliffen (oder ebenfalls gefeilt). Man bringe verschieden große Kerben für mehrere Drahtstärken an; drei werden im allgemeinen ausreichen, doch achte man darauf, daß man die Kerben eher zu klein als zu groß herstelle. Eine solche Zange ist seit längerer Zeit in Gebrauch und hat sich bestens bewährt.



Günter Mues

Blubbern durch Kriechstrom

Ein zur Reparatur eingeliefertes Gerät blubberte stark auf allen Bereichen, mit Ausnahme der Tonabnehmerstellung. Zuerst wurden, um festzustellen, in welcher Stufe der Fehler zu suchen war, nacheinander die Röhren der Hf- und Zf-Stufen entfernt. Da das Blubbern blieb, konnte der Fehler nur in den Nf-Stufen liegen. Ein Auswechseln dieser Röhren sowie das Überbrücken des Siebkondensators mit einem Kondensator größeren Kapazitätswertes (32 µF) waren erfolglos. Auch alle anderen Kondensatoren (Schirmgitter- und Katodenblocks) und die Gitterableitwiderstände waren in Ordnung.

Da die Schallplattenübertragung einwandfrei war, verfolgte ich die Verdrahtung, um mir ein Bild von der Schaltung zu machen. Es ergab sich nun, daß ein Teil des Wellenschalters, der die Tonfrequenzleitungen umschaltete, auch gleichzeitig die Anodenspannung für das UKW-Einbaugerät ein- und ausschaltete. Zwischen zwei Kontakten dieses Schalters hatte sich eine leitende Kohleschicht niedergeschlagen, so daß ein Bruchteil der Plusspannung an das Gitter der Nf-Vorröhre gelangte. Aufgeträufeltes Kontaktreinigungsmittel wurde regelrecht von der Kohleschicht erhitzt und verdampfte.

Der Schalter wurde ausgebaut, die Kohleschicht abgekratzt und alle Kontakte wurden mit Tetrachlorkohlenstoff gereinigt. Nach dem Einbau des Schalters arbeitete das Gerät wieder einwandfrei.

K. H. Huber

Nachlese von der Industrie-Messe Hannover

Der erste deutsche UKW-Reiseempfänger

Obgleich der UKW-Betrieb für tragbare UKW-Sprechgeräte nichts Neues ist, war eine gewisse Zeit notwendig, um Koffergeräte für einwandfreien UKW-Rundfunkempfang durchzubilden. Die Ausbreitungsverhältnisse, die Antennenfrage, die geringen Gehäuseabmessungen und die Batterieheizung erforderten zahlreiche Überlegungen und Versuche. Sogar eine eigene UKW-Oszillatorröhre für Batterieempfang, die DC 90, wurde zu diesem Zweck entwickelt.

Telefunken-Bajazzo U

Als erstes Gerät dieser neuen Klasse erschien der Telefunken-Bajazzo U mit UKW-Teil. Mit einer eingebauten UKW-Antenne, die nach Bedarf bis 60 cm herausgezogen werden kann sowie mit sechs Röhren erreicht er eine gute Empfindlichkeit.

Die Blockschaltung Bild 1

läßt folgende Grundschaltung erkennen: Die UKW-Eingangsröhre DC 90 arbeitet als additive Mischröhre. Darauf folgen vier Zf-Verstärkersysteme (DF 91, DK 92, DF 91, DF 91) mit acht Zf-Kreisen, die in drei Bandfiltern und zwei Einzelkreisen angeordnet sind. Der FM-Demodulator ist mit zwei Germaniumdioden bestückt. Im Nf-Teil sind die Röhren DAF 91 und DL 94 vorhanden.

Im AM-Kanal liegt eine Ferritstabantenne am Eingang der Vorröhre DF 91. Die Röhre arbeitet auf einem 10-kΩ-Anodenwiderstand. Darauf folgen die Mischröhre DK 92 und zwei Zf-Röhren DF 91, von denen eine ebenfalls als Breitbandstufe mit einem 16-kΩ-Anodenwiderstand arbeitet, während die vier Zf-Kreise zu zwei Bandfiltern zusammengefaßt sind. Die Hf-Gleichrichtung erfolgt durch die Diode der Nf-Röhre DAF 91.

Die Gesamtschaltung Bild 2

weist folgende interessanten Einzelheiten auf: Die additive Mischstufe ist in der bekannten Brückenschaltung aufgebaut (Röhren-Dokumente DC 90, Blatt 2). Das erste FM-Bandfilter wird an das Gitter der AM-Vorröhre DF 91 geschaltet, um diese Röhre mit zur Verstärkung heranzuziehen. Der AM-Oszillator arbeitet mit induktiver Rückkopplung. Durch einen besonderen Plattenschnitt wird ein Verkürzungskondensator eingespart. Die fünfte Röhre besitzt einen niedrigen Gitterableitwiderstand und wirkt dadurch beim FM-Betrieb als Begrenzer. Der Gitterableitwiderstand wird dazu von der AM-Regelleitung abgetrennt und über die Kontakte 19—20 an die Katode gelegt. Beim AM-Empfang wird die Röhre über einen Schirmgitterwiderstand aus den parallel liegenden Widerständen 100 kΩ und 300 kΩ betrieben. Bei FM wird durch Umlegen des Schaltarmes 26—27 auf 26—25 der UKW-Oszillator eingeschaltet, gleichzeitig ist dann für die fünfte Röhre nur noch der 300-kΩ-Vorwiderstand wirksam, die Schirmgitterspannung wird dadurch von 30 auf 10 V herabgesetzt und die Begrenzerwirkung wird verbessert.

Zur FM-Gleichrichtung ist kein Radiodetektor, sondern ein Diskriminator (Riegger-Kreis) vorgesehen. Er ergibt eine höhere Nf-Spannung und damit eine für Batteriebetrieb erwünschte höhere Empfindlichkeit. Rein äußerlich ist der Riegger-Kreis daran zu erkennen, daß die beiden Dioden in gleicher Richtung angeordnet sind.

Die automatische Lautstärkeregelung beim AM-Empfang wirkt auf die zweite und vierte Röhre. Im Nf-Teil ist eine leichte Gegenkopplung mit Tiefenanhebung von der Anode der Endröhre zur Anode der Vorröhre vorhanden. Eine einfache Klangblende ermöglicht die Höhenbeschneidung.

Die Stromversorgung bei Batteriebetrieb erfolgt durch eine 12-V-Heizbatterie und eine 90-V-Anodenbatterie. Um Anodenstrom zu sparen, liegt ein 3-kΩ-Widerstand in der Anodenspannungsleitung. Wird er durch den Sparschalter freigegeben, so sinkt der Stromverbrauch von 15 bis 16 mA auf etwa 10 mA herab.

Bei Netzbetrieb sind zur Röhrenschonung verschiedene Spannungsabgriffe für Gleich- und Wechselstromnetze vorgesehen. Außerdem gleicht ein Selenstabilisator parallel zum Heizkreis Netzspannungschwankungen aus.

Technische Daten

Wellenbereiche: MW 1620 . . . 510 kHz
UKW 87,5 . . 100 MHz
Zwischenfrequenz: 10,7 MHz, 472 kHz
Kreise: 10 FM-Kreise, 6 AM-Kreise
Röhren: DC 90, DF 91, DK 92, DF 91, DF 91, DAF 91, DL 94, 2 Kristalldioden, Selengleichrichter
Gehäuse: Preßstoff 33 × 23,5 × 14,3 cm
Gewicht einschließlich Batterien: 6 kg
Batterien: Emce-Heizbatterie 12 V, Bestell-Nr. 360, Emce-Anodenbatterie 90 V, Bestell-Nr. 760
Betriebszeit: bei Vollbetrieb ca. 120 Stunden, bei teilweisem Sparbetrieb ca. 180 bis 250 Stunden
Preis: 269 DM ohne Batterien; Batteriesatz 31,40 DM.

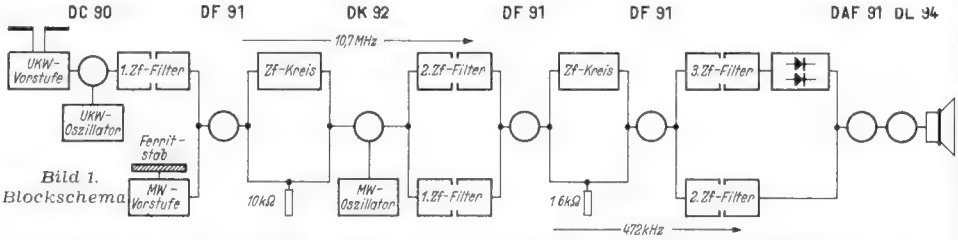
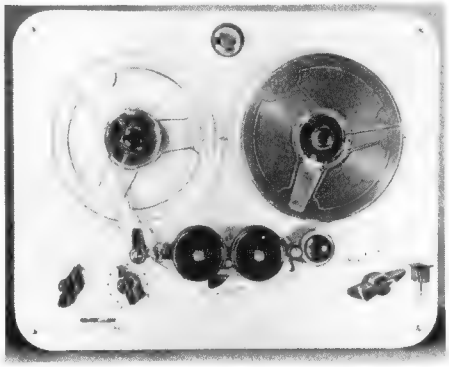


Bild 1. Blockschema

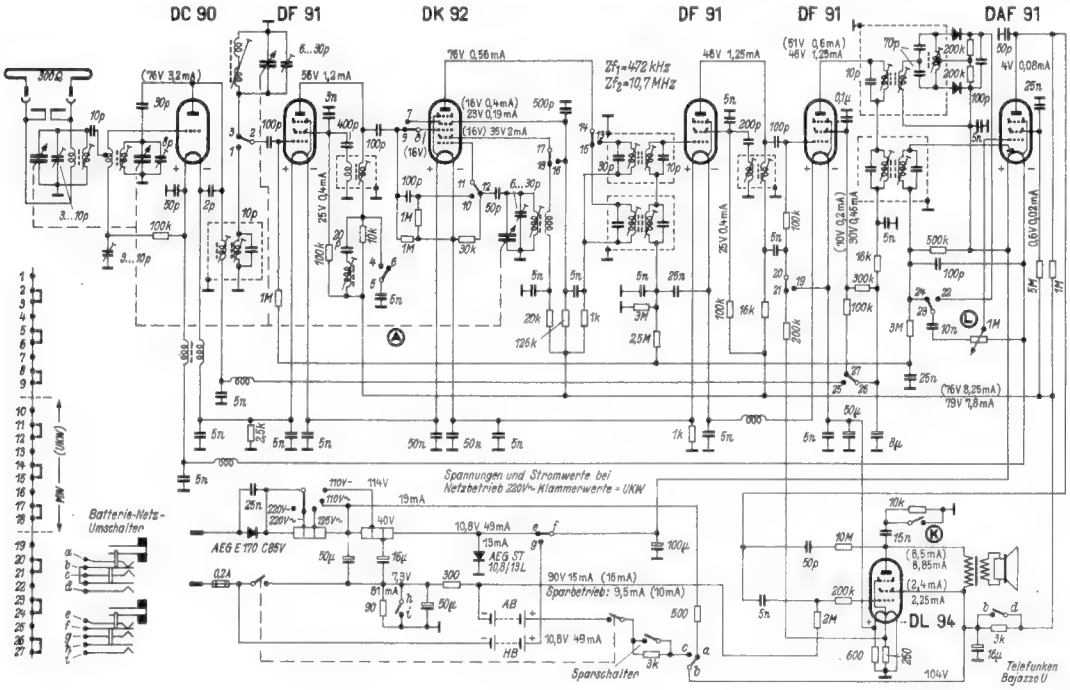
Neues Tonbandgerät für eine Bandgeschwindigkeit von 9,5 cm/sec.

Durch senkrechte Anordnung der Bandspulen — eine Bauart, die in den USA sehr beliebt ist — zeichnet sich ein neues Tonbandgerät von Philips aus, das auf der Messe in Hannover erstmals gezeigt wurde. Das Laufwerkchassis bildet mit dem des Verstärkers eine gemeinsame Baueinheit **(Bild)** und sitzt zusammen mit dem Abhörlautsprecher in einem 40×20×51 cm großen Koffer.



Frontansicht des Verbundchassis des Philips-Tonbandgerätes EL 3530

Unterhalb der Bandspulen sind ein kombinierter Sprech-Hör- und ein Löschkopf angeordnet. Den Bandtransport besorgt eine schwungscheibenstabilisierte Tonrolle in Zusammenwirken mit einer Gummi-Andruckrolle. Die Schwungmasse steht mit dem Motor über eine Drahtspirale und mit der Aufwickeltrommel über einen Rundgummiriemen in Verbindung. In Stellung „Schnellvorlauf" übernimmt eine Friktionsrolle den Antrieb der rechten Spule. Gleichzeitig wird das Band von den Köpfen abgehoben.



Links: Bild 2. Ausführliches Schaltbild des „Bajazzo U"

Bei einer Bandgeschwindigkeit von 9,5 cm/sec wird der Frequenzbereich von 30 bis 7000 Hz erfaßt, und man erreicht mit einer 180-m-Spule (130 mm ⌀) eine Laufzeit von 2×30 Minuten (Doppelspurverfahren). Zwei in die Frontplatte eingravierte Zeitskalen lassen erkennen, welche Laufzeit noch zur Verfügung steht.

Interessant ist die Schaltung des elektrischen Teiles. Bei Wiedergabe wird mit den Röhren EF 40, EF 42 und EL 41 gearbeitet. Die EL 41 speist einen 3-Watt-Lautsprecher, der oberhalb des Chassis im Koffergehäuse untergebracht ist. Zur Aussteuerung einer Lautsprecheranlage steht ein Leitungsausgang zur Verfügung. Bei der Aufnahme tritt an die Stelle der Hörkopfwicklung ein Kristallmikrofon. Am oberen Ende des auf die Vorröhre EF 40 folgenden Lautstärkereglers ist ein zweiter Eingangsanschluß für eine mittlere Steuerspannung von 500 mV vorgesehen. Hier kann der niedrigohmige Ausgang für den Zweitlautsprecher eines Rundfunkempfängers angeschlossen werden, wenn man Rundfunkdarbietungen aufzunehmen wünscht. Die Aussteuerungskontrolle übernimmt ein Magisches Auge EM 34. Außerdem können die Darbietungen über einen Kopfhörer mitgehört werden. Bei Aufnahme ist nämlich der eingebaute Lautsprecher abgeschaltet, weil die Endröhre EL 41 dann als Hf-Generator umgeschaltet wird.

Weitere schaltungstechnische Besonderheiten bilden ein Hochpaß vor dem 500-mV-Eingang, der die Baßvoranhebung handelsüblicher Rundfunkempfänger kompensiert, und eine Hörkopf-Entmagnetisierung. Letztere tritt beim Betätigen des Aufnahme-Wiedergabe-Umschalters in Tätigkeit. Man muß dabei dessen Knebelgriff eindrücken und bedient gleichzeitig eine mit ihm gekuppelte Taste, die außerdem den Lautsprecher kurzschließt und Schaltgeräusche unhörbar macht. Die wichtigsten technischen Daten sind aus der **Tabelle** zu entnehmen.

Technische Daten

Eingangsempfindlichkeit: Eingang 1 = 2 mV an 500 kΩ, Eingang 2 = 500 mV an 200 kΩ
Frequenzbereich: 30...7000 Hz
Spieldauer: 2×30 min
Rückspulzeit: ca. 3 min
Schnellvorlauf: ca. 2 min
Bandgeschwindigkeit: 9,5 cm/sec
Sprechleistung: 2,5 Watt
Röhren: EF 40, EF 42, EL 41, EM 34, AZ 41
Netzanschluß: 110...245 V ~/60 Watt
Gewicht: 14,5 kg
Preis: 880 DM

Magnetbandgerät mit 14 Tonspuren

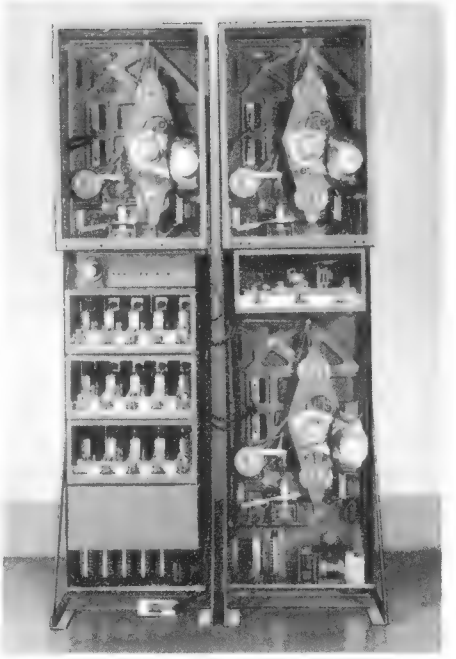
Zur Überwachung und zur dokumentarischen Erfassung von Flugsicherungsgesprächen wurde ein Magnettongerät entwickelt[1]), auf dessen 25 mm breitem Band vierzehn verschiedene Tonspuren nebeneinander aufgezeichnet werden können. Man verwendet es in Flughäfen, um die verschiedenen Funklinien laufend zu kontrollieren und um im Fall einer Unregelmäßigkeit in der Verkehrsabwicklung authentische Unterlagen über die Schuldfrage zu besitzen.

In einem Doppelgestell ist der Aufnahmeteil untergebracht **(Bild)**, der aus drei Bandlaufwerken, vierzehn Aufsprechverstärkern, zwei Netzgeräten und verschiedenen Kontrolleinrichtungen besteht. Einer der vierzehn Aufsprechkanäle liegt dauernd an der Zeitansageleitung des nächsten Postamtes. Unmittelbar neben den Tonspuren wird also laufend die Uhrzeit aufgesprochen. Etwaige Verstärkerausfälle werden durch Leucht- und Weckersignale selbsttätig angezeigt, ebenso der Zeitpunkt, wenn eine Bandspule fast abgelaufen ist (Laufzeit ununterbrochen sechs Stunden). Obgleich das zweite Laufwerk automatisch rechtzeitig von selbst anläuft, steht aus Sicherheitsgründen ein drittes Reservelaufwerk zur Verfügung, das sich in Bewegung setzt, wenn keines der beiden ersten betriebsbereit ist.

Den Bandtransport besorgt eine Andruckrolle, die auf Wunsch sprachgesteuert arbeitet. Sobald auf einem der Eingangskanäle ein tonfrequentes Signal ankommt, wird die Andruckrolle betätigt. Sie fällt wieder ab, wenn auf allen Kanälen Ruhe herrscht. Durch diesen Schaltkniff läßt sich die Speicherzeit je Bandspule insbesondere in den verkehrsarmen Nachtstunden beträchtlich steigern.

Zur Wiedergabe dient eine dritte Gestellbucht mit Wiedergabelaufwerk, Lautsprecher und Abhörverstärker. Die Tonspannungen der vierzehn Wiedergabeköpfe gelangen zu zwei Wahlschaltern, mit denen man zwei der Aufzeichnungen an zwei Mischregler legen und gleichzeitig abhören kann. Das ist erforderlich, um drahtlose Verbindungen, die im Gegensprechverkehr auf verschiedenen Wellenlängen abgewickelt wurden, in der richtigen zeitlichen Reihenfolge wie ein Telefongespräch wiederzugeben.

[1]) Wolfgang Assmann GmbH, Bad Homburg v. d. H.



Rückansicht des Aufnahme-Doppelgestells einer Vielkanal-Magnettonanlage für Flugsicherungszwecke (W Aßmann GmbH.)

Gerät zur genauen Bewertung von Störspannungen

Das **Störmeßgerät STMG 3800** der Firma Siemens dient zur schnellen und genauen Messung von Störspannungen. Empfindlichkeit und Meßgenauigkeit sind dabei weit höher, als nach den VDE-Vorschriften 0876/3. 42 verlangt wird. Die Schaltung besteht aus einem 10-Kreis-8-Röhren-Überlagerungsempfänger. Er ist zusätzlich mit einem Eichsender, mit Spannungsteilern und einer Meßanzeige mit Geräuschbewertung versehen. Die Zwischenfrequenz wurde auf 2 MHz gelegt, um hohe Spiegelselektion zu erhalten und um auch Störungen durch die Zwischenfrequenz üblicher Rundfunkgeräte messen zu können. Die Meßungenauigkeit beträgt nur max. ± 1,5 db, die Empfindlichkeit 7 KT; 1 µV ergibt Vollausschlag im empfindlichsten Spannungsmeßbereich.

Die zwischen 0,1 und 30 MHz kontinuierlich wählbare Meßfrequenz wird mit einem neunstufigen Bereichsschalter sowie mit Grob- und Feintrieb eingestellt. Am Anfang jedes Bereiches liegt die Eichfrequenz, die zugleich als Festfrequenz gilt. Man hat also die Möglichkeit, nur durch Drehen des Bereichsschalters eine schnelle und doch sehr genaue Messung bei neun verschiedenen Frequenzen durchzuführen. Korrekturen sind dabei nicht erforderlich, da die Grunddämpfung aller Bereiche auf gleichen Wert gebracht wurde. Die Frequenzbereiche werden durch vier Spulenrevolver mit gemeinsamem Antrieb umgeschaltet. Die Skalenwalze wird gleichzeitig mitgedreht, so daß im Fenster nur der jeweils eingeschaltete Bereich sichtbar wird.

Die Meßwerte werden direkt in db angezeigt und können mit einer Vergleichsskala auf der Frontplatte des Gerätes in µV übersetzt werden. Durch Anschluß eines Schreibers lassen sich die gemessenen Werte registrieren. Antennen und weiteres Zubehör dienen der Messung von elektrischen und magnetischen Feldstärken. — Das Gerät ist als Labor- und Abnahmegerät hoher Genauigkeit gedacht, aber auch für schnelle Prüfungen und zur Kontrolle in der laufenden Fertigung geeignet.

Siemens-Störmeßgerät STMG 3800

Der FRANZIS-VERLAG auf der Messe in Hannover

Der in seiner Gestaltung in gleicher Weise auffallende und ansprechende Stand des FRANZIS-VERLAGES lag diesmal im Mittelpunkt der neuen Halle 10, die im Erdgeschoß fast alle Radiofirmen von Rang beherbergte. Immer wieder hörten wir „Da ist ja auch Franzis", und bald hatte es sich herumgesprochen, daß man hier die in Hannover anwesenden Herren der Redaktion und einige wichtige Mitarbeiter antreffen konnte, eine Möglichkeit, von der viele Leser und Freunde unserer Zeitschriften reichlich Gebrauch machten. Wir haben an dieser Stelle — unter der großen Mitteltreppe im Erdgeschoß — einen fünfjährigen Dauerstand; auf ihm wird der Franzis-Verlag auch in den kommenden Jahren seinen Messedienst pflegen.

Außer auf die Zeitschriften FUNKSCHAU und RADIO-MAGAZIN wie die Zeitschrift für praktische Energie-Technik ENERGIE konzentrierte sich das Interesse unserer Besucher in erster Linie auf das **„Fach-Adreßbuch für die Radio- und Fernsehtechnik"**, das von den Messebesuchern immer wieder als auskunftsbereites Fach-Vademecum herangezogen wurde, auf die zahlreichen Bände der **RADIO-PRAKTIKER-BÜCHEREI** und auf die größeren fachtechnischen Werke des Franzis-Verlages, vornehmlich auf den **GOLDAMMER** und das **TRAFO-HANDBUCH**. Diese von den Messebesuchern in Hannover mit Vorliebe gekauften Werke — viele von ihnen haben den Weg ins Ausland gefunden! — wollen wir deshalb auch unseren ständigen Abonnenten wieder in Erinnerung bringen; in der untenstehenden Ankündigung finden sie hierüber die notwendigen Bezugsangaben.

Auch Sie benötigen:

das **Fach-Adreßbuch für die Radio- und Fernsehtechnik.** Mit 1. Nachtrag. 362 Seiten, Preis 4,50 DM zuzügl. 40 Pfg. Versandkosten.

In Ihrer Bibliothek sollten folgende Werke stehen:

Der Fernseh-Empfänger. Schaltungstechnik, Funktion und Service. Von Dr. Rud. Goldammer. 144 Seiten mit 217 Bildern, nach dem Urteil vieler Fachleute eines der besten fernsehtechnischen Bücher überhaupt. Preis kart. 9,50 DM, in Halbleinen 11 DM portofrei.

Trafo-Handbuch. Handbuch der Netz- und Tonfrequenz-Transformatoren und Drosseln in Berechnung, Entwurf und Fertigung. Von Dipl.-Ing. Wilh. Hassel und Ing. Erwin Bleicher. 288 Seiten mit 158 Bildern und 31 Tafeln. Preis kart. 18,80, in Halbleinen 19,80 DM portofrei.

Endlich vollständig: **Die Röhre im UKW-Empfänger.** Herausgegeben von Dr.-Ing. Horst Rothe. In 3 Bänden. **I.** FM-Demodulatoren und Pendelempfänger. 128 Seiten mit 74 Bildern und 3 Tafeln. — **II.** Mischstufen. 112 Seiten mit 87 Bildern. — **III.** Zwischenfrequenzstufen. 144 Seiten mit 66 Bildern. Jeder Band 4,80 DM portofrei. Das Universalwerk über die UKW-Schaltungstechnik der modernen Röhren.

Über die **RADIO-PRAKTIKER-BÜCHEREI** sind neue Verzeichnisse erschienen, die Näheres über die Nummern 1 bis 60 enthalten und nach denen Sie bequem bestellen können. Bitte, fordern Sie an, wenn Sie sie noch nicht besitzen! — Schreiben Sie an den

FRANZIS-VERLAG, München 22, Odeonsplatz 2

Grundig-Werkstatt- und Service-Oszillograf

Die Einführung des UKW-Rundfunks machte eine Erweiterung der Meßgeräteausstattung der Reparaturwerkstätten erforderlich. Um große Geldausgaben zu vermeiden, versuchte man oft mit Behelfslösungen auszukommen. Die Situation hat sich durch die weitere Ausdehnung des Fernsehens nochmals geändert. Die Vervollständigung der Meßeinrichtung wird nunmehr zu einer zwingenden Notwendigkeit. Das erste und notwendigste Meßgerät ist ein Oszillograf, der nicht nur im Hinblick auf das Fernsehen eine zweckvolle Bereicherung jeder Reparaturwerkstatt darstellt. Bisher scheiterte die Anschaffung für kleinere Betriebe an den zu hohen Kosten. Waren die Geräte niedrig im Preis, so war damit wiederum nur ein Teil der Meßaufgaben zu bewältigen, so daß der Erwerb oft nicht lohnend schien.

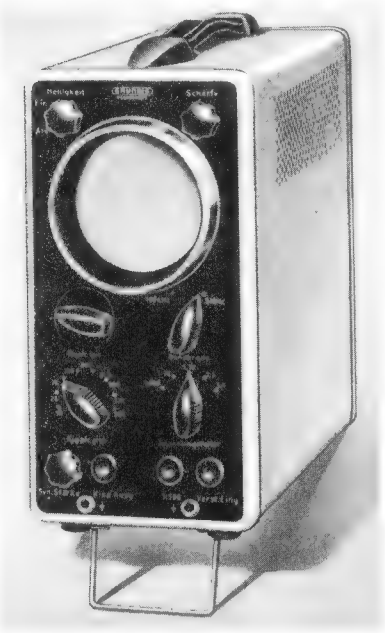


Bild 1. Ansicht des Grundig-Werkstatt- und Service-Oszillografen

Die Grundig Radio-Werke brachten nun vor einiger Zeit einen hochwertigen Werkstatt- und Service-Oszillografen auf den Markt, der schon eine lange Erprobungszeit in den eigenen Laboratorien, bei der Geräteentwicklung und der Bandfertigung, bei der Prüfung und dem Abgleich von Rundfunkempfängern, Fernsehempfängern und Tonbandgeräten hinter sich hat. Dieses Meßgerät konnte schließlich in der langen Praxis in seinen technischen Daten so ausgelegt werden, daß es nicht nur in kleineren Werkstätten, sondern auch in Laboratorien eine große Arbeitshilfe sein kann.

Bild 1 zeigt die Außenansicht des Gerätes, während auf **Bild 2** die einzelnen Bausteine dargestellt sind.

Der zweistufige Meßverstärker, dessen Schaltung **Bild 3** zeigt, ist mit den Röhren EF 80 und EL 84 bestückt. Er ist auf zwei Bandbreiten umschaltbar. Die Schmalbandstellung umfaßt den Frequenzbereich von 30 Hz bis 100 kHz. Dieser Bereich besitzt eine Empfindlichkeit von 2 μV_{eff}/cm. Der Breitbandbereich erstreckt sich von 20 Hz...3 MHz mit einem Abfall von 3 db an den Frequenzgrenzen. Die Empfindlichkeit beträgt 40 mV_{eff}/cm. Der Eingangswiderstand ist 1 MΩ und die Eingangskapazität 30 pF. Für die Wiedergabe von Rechteckimpulsen besitzt er eine Anstiegszeit von 0,12 µV/sec. Um auch bei Spannungsschwankungen der Lichtnetze eine einwandfreie Messung zu gewährleisten, werden Anoden- und Schirmgitter-Spannung der ersten Verstärkerstufe durch eine Stabilisierungsröhre konstant gehalten. Die Eingangsspannung läßt sich in den Stufen 1 : 3, 1 : 10, 1 : 30, 1 : 100 durch einen frequenz- und phasenkompensierten Spannungsteiler herabsetzen. Durch einen zusätzlich eingebauten Spannungsteiler 1 : 100 kann sogar ein Teilerverhältnis von 1 : 10 000 erreicht werden. Dadurch ist es möglich, Effektivspannungen bis zu 350 V zu oszillografieren.

Das Kippgerät enthält zur Erzeugung der Zeilenablenkspannung einen Transitron-Miller-Integrator (**Bild 4**). Hierdurch wurde ein sehr einfacher und röhrensparender Aufbau erzielt. Durch einen achtstufigen Schalter SK_1 erfolgt die Einstellung des gewünschten Grobfrequenzbereiches für die Zeilenablenkung. Zur Feineinstellung der Frequenz dient das Potentiometer PK_1. Der Kippfrequenzbereich beträgt 10 Hz...50 kHz. Die Rücklaufverdunkelung ist fest eingebaut, außerdem ist das Kippgerät mit einer Buchse für Helligkeitsmodulation versehen. Die Synchronisierung ist stetig regelbar und für positive und negative Polarität der Synchronisierungsspannungen geeignet.

Der Bildteil (**Bild 5**) arbeitet mit der Katodenstrahlröhre DG 7/12, die asymmetrisch abgelenkt wird. Durch eine Spannung von 650 V wird ein ausreichend helles und scharfes Bild erzielt.

Im Netzteil finden die Gleichrichterröhre EZ 80 und der Selengleichrichter B 250 C 85 Verwendung. Der Netzspannungswähler ist so eingerichtet, daß die Sicherung beim Übergang von 220 auf 110 V nicht gewechselt zu werden braucht.

Die technischen Eigenschaften des Grundig-Werkstatt- und Service-Oszillografen gestatten eine vielfältige Anwendungsmöglichkeit. In der Schmalbandstellung mit einem Frequenzbereich von 30 Hz...100 kHz ist er z. B. für folgende Aufgaben geeignet: Messung von Brummspannungen, Untersuchung an Niederfrequenzvierpolen und Niederfrequenzverstärkern, Symmetrierung von Gegentaktendstufen bei Kraftverstärkern, Sichtbarmachung von Lösch- und Vormagnetisierungsspannungen an Tonbandgeräten.

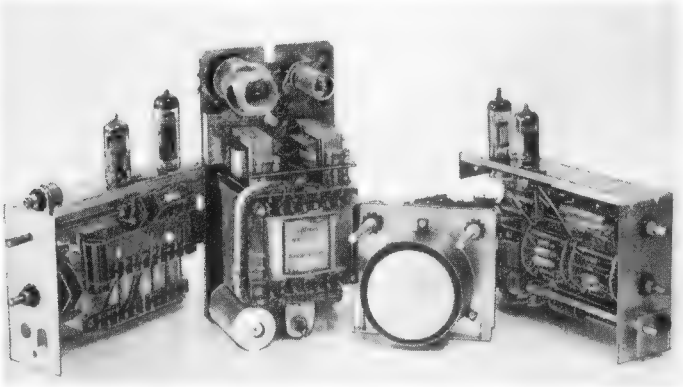


Bild 2. Die einzelnen Bausteine des Oszillografen von links nach rechts: Verstärkerteil, Netzteil, Bildteil, Kippteil

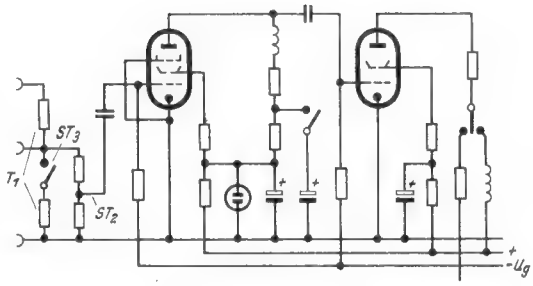


Bild 3. Schaltung des Verstärkers

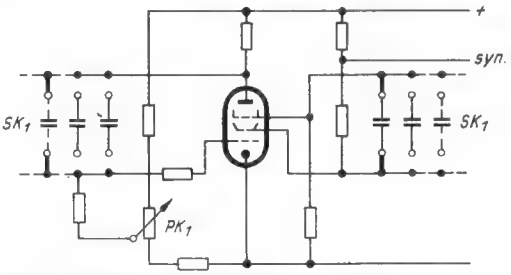


Bild 4. Schaltung des Transitron-Miller-Integrators aus dem Kippteil

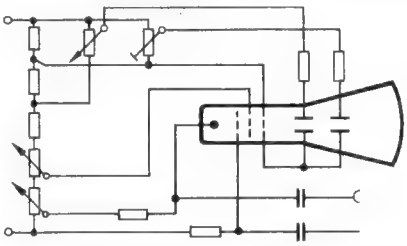


Bild 5. Schaltung des Bildteiles

In Verbindung mit frequenzmodulierten Sendern (Wobblern) lassen sich die Kurven der Zf-Verstärker und der Hochfrequenzteile von Empfängern abbilden. Ferner können Demodulatorschaltungen auf diese Weise abgeglichen werden.

In der Breitbandstellung ist er für die Untersuchung von Impulsen und des Bildteiles von Fernseh-Empfängern geeignet. Außerdem lassen sich die synchronisierten Impulse und die Bild- und Zeilen-Kippspannungen an Fernseh-Empfängern kontrollieren.

Hf-Generatoren und Hf-Übertragungssysteme können geprüft werden. In Verbindung mit einem Rechteckgenerator läßt sich nach der Rechteckwellen-Meßmethode die Überprüfung und der Abgleich von linearen Verstärkern oder anderen Übertragungsvierpolen durchführen.

Aus diesen wenigen Beispielen geht hervor, daß dieser Kleinoszillograf den modernen Ansprüchen, die die heutige Labor- und Werkstattpraxis stellen, voll gerecht wird.

Die kleinen Abmesssungen von 130×230×280 mm und das geringe Gewicht von ca. 8,5 kg gestatten auch die Benutzung außerhalb der Werkstatt. Der für dieses hochwertige und vielseitige Meßgerät erstaunlich niedrige Preis von 780 DM. wird es auch vielen kleineren Betrieben ermöglichen, sich ein solches Meßgerät zuzulegen. E. Glattner

Technische Daten:

a) Meßverstärker	2stufig
Breitbandstellung:	
Empfindlichkeit	ca. 40 mV_{eff}/cm
Frequenzbereich	20 Hz bis 3 MHz innerhalb ± 3 db
Schmalbandstellung:	
Empfindlichkeit	2 mV_{eff}/cm
Frequenzbereich	30 Hz bis 100 kHz innerhalb ± 3 db
Eingangswirkwiderstand	1 MΩ
Eingangskapazität	ca. 30 pF
Wiedergabe von Rechteckimpulsen	
Anstiegszeit	ca. 0,12 µsec
Abfall der oberen Kante bei 50 Hz	ca. 5 %
b) Katodenstrahlröhre	DG 7/12, asymmetrisch, Leuchtschirmfarbe grün, Lichtschutztubus
c) Kippgerät	Hochvakuumröhrenkippgerät mit asymmetrischem Ausgang
Kippfrequenzbereich	ca. 10 Hz...50 kHz
Kippregelung	8stufige Grobregelung, Feinregelung ca. 1 : 3
Dunkelsteuerung	fest eingebaute Rücklaufverdunklung, Buchse für Helligkeitsmodulation

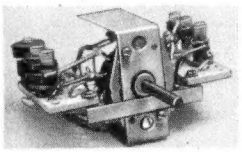
Neuerscheinung der RADIO-PRAKTIKER-BÜCHEREI

37/38 **Fehlersuche durch Signalverfolgung und Signalzuführung**
Von Dr. A. Renardy

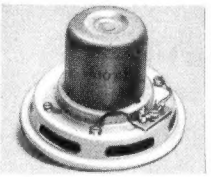
128 Seiten mit 53 Bildern und 3 Tabellen. **Doppelband. Preis 2.80 DM.**

FRANZIS-VERLAG, MÜNCHEN 22, ODEONSPL. 2

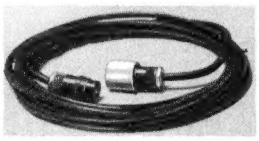
Weitere NORDFUNK-SCHLAGER:



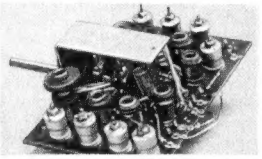
Origin. Siemens-Hochleistg.-Kleinlautsprech. 95mm, der ideale Koff.-Lautsprech. m. Zentriermembrane DM 8.50.



Keramisch aufgebauter Super-Spulensatz K-M-L-TA ohne Filter DM 5.75, mit Filter DM 7.50.



Super-Spulensatz für Amateure K-K-K-M-TA mit Lufttrimmern DM 6.75, desgleichen K-K-M-L-TA DM 6.50, 2 Filter dazu DM 2.00.



Origin. Siemens Mikrofon-Kabel mit Dreifach-Stecker u. Kupplg. (verschraubbar) 4,5 m lg. u. besonders stabil nur DM 3.75.

Hochleistungsmot. 24 V Gleich- u. Wechselstr. 75 W. Neu. Mit Trafo f. Magnetophon gut geeig. DM 3.90.

Versand durch **NORDFUNK-VERSAND, BREMEN,** An der Weide 4/5

Rundfunktechniker

Bastler

Kennen Sie

Cramolin?

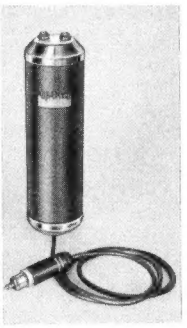
Eine Spur *Cramolin* zwischen den Kontakten an Hochfrequenz und Wellenschaltern beseitigt unzulässige Übergangswiderstände und Wackelkontakte.

Cramolin verhind. Oxydat., erhöht also die Betriebssicherheit Ihrer Geräte.

Cramolin darf in keinem Labor u. in keiner Werkstätte fehlen.

1000 g Flasche zu DM **24.-**, 500 g Flasche zu DM **13.-**, 250 g Flasche zu DM **7.50**, 200 g Flasche zu DM **6.75**, 100 g Flasche zu DM **3.50**, je einschließlich Glasflasche, sofort lieferbar, ab Werk Mühlacker. Rechnungsbeträge unter DM 20.- werden nachgenommen (3 % Skonto).

R. SCHÄFER & CO.
Chem. Fabrik · Mühlacker / Württemberg



Sonderangebot!

UFO-ZWERG

das ideale Kleinzerhakkergerät, für alle Koffergeräte mit Netzteil, zum Betrieb an der Kraftwagenbatterie, keine Heiz- und Anodenbatterie notwendig. Formschönes Gehäuse, voll entstört, mit Anschlußstecker für das Armaturenbrett.

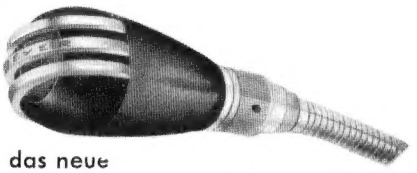
Spannung: 6/110—V

Mit Garantie! PREIS: DM **44.-**

Versand gegen Nachnahme, m. Rückgaberecht innerh. 8 Tagen

HORST FISCHER · Elektrotechn. Werkstätten
FRANKFURT/MAIN, WICKERERSTRASSE 4

BEYER



das neue

MIKROFON M 26

Das preiswerte dynamische Tauchspulen-Mikrofon für hohe Ansprüche · Eine Meisterleistung in Qualität und Formschönheit

Verkaufspreis **DM 170.-**

Jetzt auch hochohmig lieferbar 10 000 oder 100 000 Ohm

EUGEN BEYER · HEILBRONN A. N.
BISMARCKSTRASSE 107 · TELEFON 2281

ES KOSTEN HEUTE

bei Abnahme von mindestens 100 Stück pro Type oder DM 1000.– Rechnungsauftrag OB3 2.20, 1G6 3.10, 1LC6 5.50, 1LN5 2.40, 1N5 3.90, 3B7 1.-, 3D6 1.10, 5U4 3.70, 6C5 Stahl 2.40, 6K7 Stahl 2.90, 6K7G 1.80, 6N7 Stahl 3.70, 6RV 1.-, 12J 2.90, 12SK7 Stahl 3.90, 39/44 1.-, 80 2.60, 211 spec. 6.50, 815 13.50, 9002 2.60, 9003 2.60, Ca 1.70, RS 237 8.50. Und weitere 500 Typen.

Kleinere Aufträge 10 % Aufschlag, Großabnahme bis 25 % Rabatt auf obige Preise. Versand Nachnahme 3 % Skonto, 8 Tage Übernahmegarantie.

BEIER & KRÜGER KG · NEUSTADT-WEINSTRASSE · HALTWEG 25

Für vielseitige interessante Entwicklungstätigkeit in Süddeutschland

Labor-Ingenieur sowie **Labor-Techniker**

für HF- und NF-Technik zum baldigen Eintritt gesucht. Liz. KW-Amateure bevorzugt.

Angeb. von geeigneten Fachkräften m. Zeugnissen, Referenzen und Gehaltsansprüchen unter 4623 K

Zur Führung einer Konstruktionsgruppe für allgemeine Elektronik-Geräte wird von namhaftem, in Süddeutschland gelegenem Unternehmen der Elektrotechnik

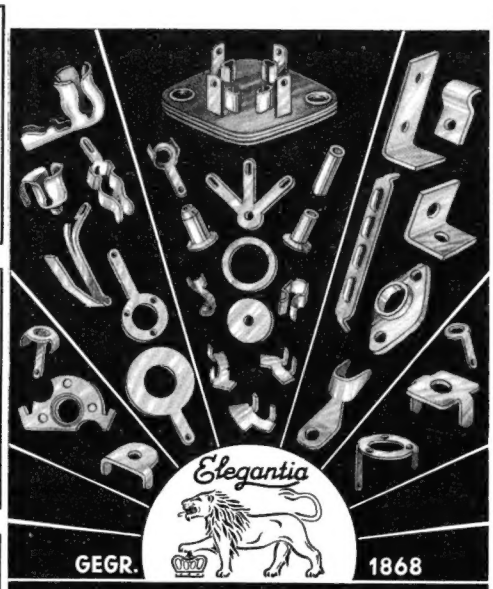
ein jüngerer, befähigter Konstrukteur

gesucht, der möglichst aus der Fachrichtung elektrische Haushaltsgeräte kommen soll. Es handelt sich um eine entwicklungsfähige Dauerstellung. Angebote mit ausführlichen Bewerbungsunterlagen unter Nr. 4629 G

Namhaftes Unternehmen der Elektrotechnik (in Süddeutschland) sucht zur Leitung einer kleineren Entwicklungsgruppe für Elektronik-Geräte (keine Nachrichtentechnik) einen

jüngeren Diplom-Ingenieur

Die Stellung ist interessant und bei Bewährung ausbaufähig. Bewerber, die glauben, die Voraussetzungen für einen solchen Posten zu erfüllen, werden gebeten, ausführliche Unterlagen mit Foto einzusenden unter Nr. 4628 K



WITTE & CO.
ÖSEN- U. METALLWARENFABRIK
WUPPERTAL-UNTERBARMEN

Süddeutsches Meßgerätewerk

sucht Vertreter

für **elektronische Meßgeräte.** Erwünscht sind gut eingeführte Ingenieur-Büros oder Fachfirmen.
Bewerbungen erbeten unter **Nr. 4625 A.**

Großer

Übertragungswagen

Spezialfahrzeug 50 PS, 5 m lang, 1,80 m breit, 1,70 m hoch, fahrbereit. Inneneinrichtung 2 x 75 Watt Telef., Verst., 3 Kanal Mischverst., 2 Plattensp., Batterieumformer, 2 Trichterlautsprecher auf dem Dach, umständehalber für DM 4000.- zu **verkaufen.** Außerdem 25 und 70 Watt Verst., Batterieumf., Kondens., Mikrof., **billigst** abzugeben.
Anfragen sind erbeten unter Nummer **4627 E.**

Rundfunk-Fachgeschäft

moderner Laden, Stadtmitte, Vorführkabinen für Fernsehen u. Schallplatten, Werkstätte, in aufstrebender süddeutscher Industriestadt an nur erstklassigen, strebsamen Fachmann, aus gesundheitlichen Gründen zu **verpachten.**
Erforderliches Kapital ca. DM 12000.-
Angebote erbeten unter Nummer **4626 R.**

Neuer Radioprüftisch

mit Röhrenvoltmeter, Oszillograph, Meßsender, KLM, dto. UKW, Meßbrücke, Netzanode, Fehlersuchgerät, konst. Gleichrichter, Reglerstufe, Heizspannungsregler, Starkstromprüfplatz, usw. m. Kleinmaterial für ca. 6.000 DM wegen Aufgabe des Geschäfts abzugeben. Sämtliche Geräte sind neuwertig und Fabrikate bekannter Firmen. Interessenten melden sich zwecks Zusendung eines Bildes an

GERHARD HÖHN • Fürth am Berg / Coburg

Junger Hf-Ingenieur

vertraut mit allen kaufmännischen Fragen des Exports u. wertvollen Beziehungen durch $2^1/_2$ jähr. Tätigkeit in Türkei u. arabischen Ländern; guten Sprachkenntnissen Englisch, Französisch in Wort u. Schrift, Türkisch Umgangs- u. Fachsprache, mit reichen praktischen Erfahrungen der Rundfunktechnik u. Elektrotechnik, z. Z. in leitender Stellung bei türkischer Firma, **sucht Stellung als**

Export-Sachbearbeiter in führendem Unternehmen

ANGEBOTE erbeten unter Nummer 4630 T

KLEIN-ANZEIGEN

Anzeigen für die FUNKSCHAU sind ausschließlich an den FRANZIS-VERLAG, (13 b) München 22, Odeonsplatz 2, einzusenden. Die Kosten der Anzeige werden nach Erhalt der Vorlage angefordert. Den Text einer Anzeige erbitten wir in Maschinenschrift oder Druckschrift. Der Preis einer Druckzeile, die etwa 25 Buchstaben bzw. Zeichen einschl. Zwischenräumen enthält, beträgt DM 2.—. Für Zifferanzeigen ist eine zusätzliche Gebühr von DM 1.— zu bezahlen.
Zifferanzeigen: Wenn nicht anders angegeben, lautet die Anschrift für Zifferbriefe: FRANZIS-VERLAG, (13 b) München 22, Odeonsplatz 2.

VERKAUFE

Mehrere Telef. Super Ela E 1012a geg. Gebot z. verk. o. Tausch geg. 50—100 W-Verst. Adolf Witte Elektromeister, Gettdorf b. Kiel, Am Markt.

T 17 u. Mikrof., Lautspr. für SCR 610 am Steckquarze, zu verk. Angeb. unt. Nr. 4609 B erbeten

Verkaufe sämtl. Bauteile f. Duoton Magnetbandgerät für 200 DM. Zuschr. unt. Nr. 4614 B erbeten

Röhren, Typen A C 50, D C 25 u. RL 12 P 35, sehr günstig abzugeb. Zuschr. u. 4604 V erb.

Netzanode m. StV 280/80 Z Heydemann, Göttingen Calsowstr. 69

Für EF 33 1 Posten Gehäuse (ca. 2500 Stck.) zu verkaufen. H. Mittermayer, München 13, Bauerstr. 8

Je 2 Stück Feldhellschreiber u. Streifenschreiber T 38 Si. u. T 36 Lo. Angeb. unter Nr. 4613 M erbeten

KAKO-Wechselrichter 100 Watt mit Garantie abzugeben. W. Hensel, Hbg.-Altona, Lisztstr. 46

Verk. Farvimeter, Säulentisch-Bohrmaschine 10 mm, elektr. Morseschreiber MS 2, Röhrenprüfg. B&F m. Karten, Echophon, Multavi II, Projekt. Siemens Standard 16 mm, Tongenerator 10-10 kHz, DG 7-2, DN 16-2. Zuschr. unter Nr. 4607 U erbeten

Meßsender Rohde & Schwarz Typ SMF preisgünstig abzugb. Angb. unt. Nr. 4608 M erbeten

Empfänger Torn. E b Frequenz 96—6970 kHz, 8 Bereiche Empfänger KWE a u. LWE a, Sender 100 W, Fug 16, Netzanschlußgeräte NA 1, NA 6, NA 10, UKW-Stahlbandantennen Lg. 72 cm, Ersatzteile für Schlüsselmaschinen VR, VT u. Poströhren. Ferner Fernschreibe-Anschluß-Geräte, Anlage WT 40, TF FuG 03, Abstimmgeräte für Fug 10—AAG 2, AAG 3, für FK16: Untersätze, Amtszusätze, Vielfachfelder, Klinkenstecker, Vielfachstecker, Zehner-Klappenschränke, Feldfernsprecher FF 33, Tisch-Feldfernsprecher OB 38 je ein Posten zu verkaufen. Zuschriften unter Nr. 4611 H erb.

VERKAUFE

Gelegenheitskauf
Widerst., Kond., Drehkos, Trimmer, Steuerquarze f. Rundfunkbereich, Kreuzwickelmaschine, Stanze f. Röhrensockel u. ähnl. abzugeben. Angeb. unter Nr. 4619 T erbeten

Hochw. Studio Magn. Anl. - Vollmer R 22a (AEG K 8) 77 cm-Aufn. Verst. m. Tonmesser-Wiederg. Entz.-Verst.-6 Bd. L extra-kompl. **nur** 900 DM. Näheres unter Nr. 4621 L

Farvimeter, ungebraucht. Ang. unt. Nr. 4631 M

Köln E 52-a und Köln E 52 b-1 komplett und betriebsklar abzugeb. Ang. u. Nr. 4618 S erb.

RÖHREN-HACKER, Berlin-Neukölln/3, schickt Ihnen sofort kostenlos die neueste Röhren- und Material-Preisliste. Sie kaufen dort sehr günstig!

AEG - Magnetophon KL 15, 19 cm, **neuw.** z. Vorzugspr. v. DM 550. **Zuschr. unt. Nr. 4633 W**

1 KWE a, 1 FHE c, 1 BC 342. Angeb. unter Nr. 4606 D erbeten

10 Stück **Kurbelmaste** zu verk. Zuschr. unter Nr. 4612 H erbeten

Nach A.E.G. Lizenz gebautes **Hochfrequenzmagnetophon** mit L.G.H.- u. L.G.D.-Bd., Kondensatormikrofon, wenig benützt, gut funktionierend, gegen Höchstgeb. bar zu verkaufen. Angeb. unter Nr. 4615 R erbeten

Billig zu verkaufen: 1 Neuw. 17-W-Lautspr., el. dyn. 39.-, 2 am. Allstr.-Super m. Rö je 32.-, 1 Ausg.-Trafo 2×6L6 12.-, Funktechnik Jahrg. 48, 49, 50 18.-, CQ, Jahrg. 49, 50 8.-. Zuschr. unt. Nr. 4616 P

Bauteile, Halbfabrikate u. Werkzeuge f. Rundfunk- u. Hf-Meßgerätebau aus Konkursmasse **sehr billig** zu verkauf. Listenanforderung vom Konkursverwalter unter Nr. 4617 W

Verk. 1 Verstärker 20 W Netz u. Batt. 6 V (380.-) 1 Verst. 75 W neuw. (je 390.-). Angebote unter Nr. 4622 G erbeten.

SUCHE

Suchen **Lohnaufträge** über Verdrahten u. Zusammenbau v. Chassis, Instrumenten, Schaltgeräten od. ä. Einfache mechan. Bearbeitungen können mit vorgenommen werden. Zuschr. unt. Nr. 4603 W erbeten

Suche Umformer DM-21, Kabeltrommeln DR-15. Angebote unt. 4632 W

100 Stück AL 5/375 oder **AL 5/325** zu kaufen gesucht. Landesbildstelle Hamburg, Rothenbaumchaussee 19

Leistungsmeßsender Rohde & Schwarz SML BN 4100 u. SMLK BN 4101 zu kaufen ges. Preisangeb. unter Nr. 4605 A erbeten

Wehrmachtsdrehkos in gefräster Ausführung 3×220 pF (8 Platten) zu kaufen gesucht. Angebote unter 4620 P

Labor-Meßgeräte usw. kauft lfd. Charlottenbg. Motoren- u. Gerätebau, Berlin W 35, Potsdamer Straße 98

Feldfernsprecher FF 33, Ersatzteile, Hörer, Gehäuse zu kaufen ges. Angeb. unt. Nr. 4610 R erbeten.

Einmaliges Sonderangebot für Wiederverkäufer!

Elkos, Westdeutsch. Markenfabrik., Alubecher. 350/385 V, 12 Monate Garantie.
16 µF -.98, 32 µF 1.30, 40 µF 1.30, 50 µF 1.35, 8 + 8 µF 1.15, 8 + 16 µF 1.25, 16 + 16 µF 1.45, 25 + 25 µF 1.55, 40 + 40 µF 1.90.

Perm.-dyn. Lautsprecher 3 Watt, Alnico, 10 000 G 100 mm ∅ mit Trafo 6.95, 130 mm ∅ 7.95, 4 Watt 180 mm ∅ 12.35.

UKW-Einbaugerät NORA 154 o/R . DM 3.80
Drehkos, 2 x 500 pF kugelgelagert, cadmiisoliert . . . . . DM 1.50
VE-Drehkos . . . . . DM -.80
Rollkondens., 5 000 pF - 0,05 µF sort. % DM 7.50
Schichtwiderstände 0,25 - 0,5 Watt sortiert % . . . . . DM 5.50
Zwerglautspr., 1 W, 60 mm ∅, Alnico DM 5.70
Spannungsprüfer, 110 - 500 V . . . . DM 1.20
Röhren, originalverpackt: EBL 21 . . . DM 4.50
originalverpackt: 3Q4 (DL92) DM 3.25
U 2410 P. Der Osram-Urdox für die Allstromserie . . . . . DM -.42
Skalenlampenschutz, NSF 18 V, 0,1 A DM -.18
Kippschalter, 1 polig: Ausschalter VE DM -.28
2 polig: Umschalter . . DM -.50
Heimmikrofon z. Anschl. an die Tonabnehmerbuchsen jed. Rundfunkgerätes DM 6.65
Batterie dazu . . . . . DM -.55

Auszug aus unserer reichhaltigen Lager- und Sonderangebotsliste. Bitte Liste anfordern.

WILHELM KOCH
RADIOGROSSHANDEL
Berlin-Lichterfelde, Dürerstr. 31, Telefon 73 50 58

Gleichrichter-Elemente
und komplette Geräte liefert
H. Kunz K. G.
Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenburg 4
Giesebrechtstraße 10

Gelegenheitskäufe!
Spulensätze, Chassis, Kondensatoren, Gleichrichter usw., sowie Ersatzteile aller Art. Größte Auswahl auf allen Gebieten!
RADIO-SCHECK
Nürnberg, Harsdörffer Platz 14

Edly-
Kleinempfänger
trennscharf, große Leistung!
EDLY-RADIO
BERLIN SW 61, Hagelbergerstr. 53

Sonderangebot f. Wiederverkäufer
Antennenlitze - 30 m - Ring
Kupfer 7×7×0,15 mm DM 1.75
7×7×0,20 mm DM 2.40
7×7×0,25 mm DM 3.85
Bronze 7×7×0,15 mm DM 2.25
7×7×0,20 mm DM 3.15
7×7×0,25 mm DM 5.—
Nachnahmeversand.
Rudolf Marcsinyi
Bremen, Schließfach 1173

RÖHREN
in bester Qualität zu günstigst. Preisen bei prompt. Auslief.
RVB
von **J. Blasi jr.,** Landshut (Bay.)
Schließfach 114, Tel.: 25 11
Verlangen Sie bitte Liste **A/53**
Großhändler und Großverbraucher bitte Sonderlisten fordern.

BAUPLÄNE UND TEILE
für **Magnetton-, Kurzwellen-** und **Fernseh-Amateure**
INGENIEUR HERBERT REITZ
BERLIN-NEUKÖLLN, Weserstraße 39 (Am. Sekt.)
Fabrikation und Versand direkt an den Bastler
Druckschriften kostenlos.

Lautsprecher und **Transformatoren**
repariert in 3 Tagen gut und billig
RADIO ZIMMER
K. G.
SENDEN / Jller

Meß- und Prüfgeräte, Vielfachinstrumente usw.
Reparatur, Nacheichung äuß. sorgfältig u. preisg.
Anfert. von Meßwiderständen und Frequenz-Normalen 100/1000 kHz. Normal-Quarz 100 kHz $3 \cdot 10^{-5}$ . . . DM 24.50
M. HARTMUTH · Hamburg 13
Isestraße 57

UKW-Antennen zu konkurrenzlosen Preisen aus bestem Material!!!
Hochantenne, Faltdipol aus Alu-Rohr 300 Ohm für nur **DM 9.92**
Reflektorantenne, stabil gebaut für nur . . . . . **DM 13.64**
Fensterantenne, m. Doppel-Faltdip. a. Alun. 75 cm lg. f. n. **DM 7.44**
UKW-Flachkabel, gute Qualit., wetterfest **per m nur DM -.29**
Kolophonium-Lötdraht 40 %, 2 mm ∅ . . . **per kg DM 8.65**
Verlängerungsschnüre mit weißer Armatur . . . . . **DM 2.40**
Heizkissen, im Geschenkkarton und Garantie . . . . **DM 10.50**
Sofort lieferbar! Versand per Nachnahme! Rücknahme-Garantie!
SCHINNER-Vertrieb, Sulzbach-Rosenberg, Postfach 125 F

TRAFOS · TRIMMER
UND SONSTIGE KLEINTEILE
zu günstigen Preisen
LUMOPHONWERKE NÜRNBERG

Lautsprecher-Reparaturen
erstklassige Original-Ausführung, prompt und billig
20jährige Erfahrung
Spezialwerkstätte
HANGARTER · WANGEN
bei Radolfzell-Bodensee

Radioröhren
Spezialröhren
Senderöhren
gegen Kasse zu kaufen gesucht
Krüger, München 8
Rosenheimer Str. 102

LAUTSPRECHER-KÖRBE
QUETSCHDREHKOS · GEHÄUSE
zu günstigen Preisen
LUMOPHONWERKE NÜRNBERG

TRANSFORMATOREN
Serien- und Einzelanfertigung aller Arten
Neuwicklungen in drei Tagen
Herbert v. Kaufmann
Hamburg - Wandsbek 1
Rüterstraße 83

Suche
RAUSCHDIODE LG 16
Eilangebot an **A. KATHREIN**
Fabrik elektrischer Apparate Rosenheim / Obb.

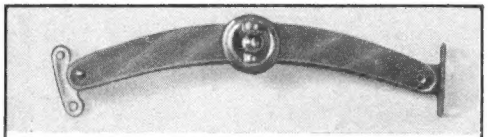
Gelegenheitsposten aus Zwangsversteigerung
100 Radiogehäuse mit Schallwand, 55,5 cm lang, 40 cm hoch, 24 cm breit, nußbaum gebeizt, ohne Zubehör, äußerst preisgünstig abzugeben.
Karl Kübel, Möbelwerke, Worms/Rh. Postf. 275

Lautsprecher Reparaturen
sämtlicher Größen und Fabrikate seit Jahren zuverlässig, preisgünstig und schnell
P. STUCKY, Schwennigen, Neckarstraße 21

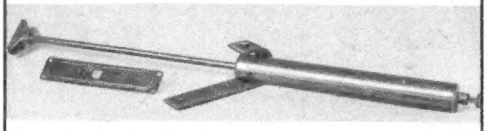
Suche:
Empfänger BC 348, 312, 342 sowie Frequenzmesser BC 221. Angabe Zustand und Preis.
Angebote unter Nr. 4624 M

Unser **großer, reich illustrierter**
RADIO-EINZELTEILE-KATALOG
mit allen Sonderangeboten ist erschienen.
Ein wertvoller Einkaufshelfer für jeden Radio- und KW-Amateur.
Bestellung geg. Einsend. von -.50 in Briefm. erbeten!
RADIOHAUS Gebr. BADERLE
HAMBURG 1, Spitalerstr. 7, Fernsprecher 32 79 13

Gleichrichter für alle Zwecke, in bekannt. Qualität
2-4-6 Volt, 1,2 Amp. 2 bis 24 Volt, 1 bis 6 Amp.
6 Volt, 5 Amp. 6 u. 2 Volt, 12 Amp.
6 u. 2 Volt, 6 Amp. 2 bis 24 Volt, 8 bis 12 Amp.
Sonder-Anfertigung · Reparaturen
Einzelne Gleichrichtersätze und Trafos lieferbar
H. KUNZ · Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenburg 4, Giesebrechtstr. 10, Tel. 32 21 69



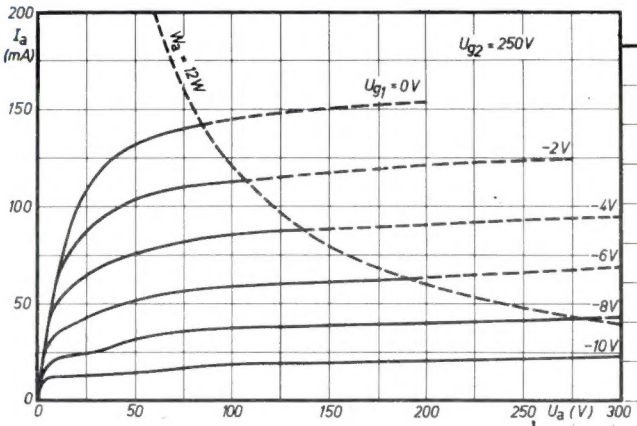
M-&S-DECKELSTÜTZEN
in solider schöner Ausführg., nur Einhand-Bedienung nötig, liefert in zwei Sorten

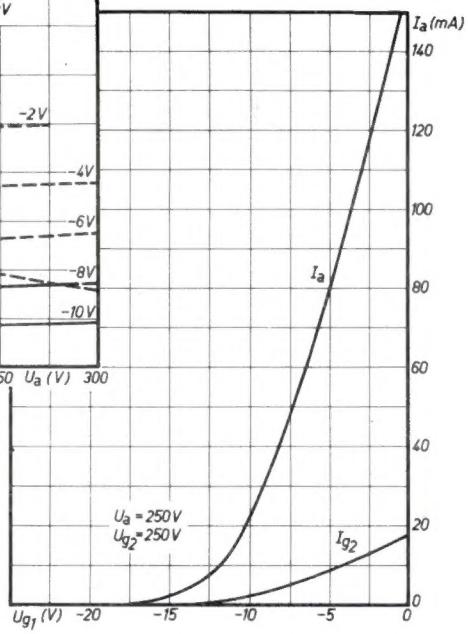


MESSMER & SCHUPP
Metallwarenfabrik
STUTTGART-MÖHRINGEN

VALVO RUNDFUNKRÖHREN

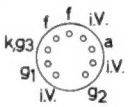
EL 84 eine 12 W Endpentode



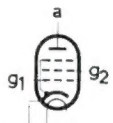


Mit der VALVO EL 84 steht eine Endpentode in Noval-Technik zur Verfügung, deren Leistungsfähigkeit so bemessen ist, daß sie als universelle Endröhre auch für größere Rundfunk-Geräte eingesetzt werden kann und im Gegentakt-Betrieb zur Bestückung von Kraftverstärkern geeignet ist. Die zulässige Anodenverlustleistung beträgt 12 W und die größte Anoden- und Schirmgitter-Betriebsspannung 300 V. Erfolgt die Stromversorgung aus einer Batterie (Zerhackerbetrieb), so sind diese Werte auf 9 W bzw. 250 V zu begrenzen. Bei 48 mA Anodenstrom und 250 V liefert die EL 84 im Eintakt-A-Betrieb 5,7 W mit 10 % Klirrfaktor und liegt in der 36 mA-Einstellung günstiger als die EL 41 bei gleichem Anodenstrom, denn sie gibt bei gleichem Klirrfaktor (10 %) mit einer kleineren Gitterwechselspannung (3,4 V_{eff} gegenüber 3,9 V_{eff}) eine größere Ausgangsleistung ab (4,3 W gegenüber 3,9 W). Im Gegentakt-Betrieb erhält man bei 300 V Anodenspannung 17 W mit einem Klirrfaktor von nur 4 %.

Heizung: 6,3 V 0,76 A



Sockel: Noval
(i.V. — innere Verbindung)



Betriebsdaten	A-Betrieb, Eintakt				AB-Betrieb, Gegentakt			
U_a (V)	250		250		250		300	
U_{g2} (V)	250		210		250		300	
U_{g1} (V)	— 7,3		— 6,4					
R_a (kΩ)	5,2		7		8 ($R_{aa'}$)		8 ($R_{aa'}$)	
R_k (Ω)	135		160		130		130	
$U_{g\sim}$ (V_{eff})	0	4,3	0	3,4	0	8	0	10
I_a (mA)	48	49,5	36	36,6	2 x 31	2 x 37,5	2 x 36	2 x 46
I_{g2} (mA)	5,5	10,8	3,9	7,3	2 x 3,5	2 x 7,5	2 x 4	2 x 11
S (mA/V)	11,3		10,4					
R_i (kΩ)	38		40					
W_o (W)	0	5,7	0	4,3	0	11	0	17
k (%)		10		10		3		4

212 a
Bez. 15
Schimmel Hans W,
Tel. 1c/4 1ks.

ELEKTRO SPEZIAL
G · M · B · H
HAMBURG 1 · MÖNCKEBERGSTRASSE 7